

**SUOMENHEVOSEN VOITTOSUMMAN, VUODEN PARHAAN
AJAN JA URANPITUUDEN PERIYTYVYYS**

Maijuleena Junttila
Maisterintutkielma
Kotieläintiede
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden osasto
Helmikuu 2021

TIIVISTELMÄ

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Osasto — Sektion — Department Maataloustieteiden osasto
Tekijä — Författare — Author Maijuleena Junttila		
Työn nimi — Arbetets titel — Title Suomenhevosen voittosumman, vuoden parhaan ajan ja uranpituuden periytyvyys		
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten jalostustiede		
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma	Aika — Datum — Month and year Helmikuu 2021	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 42
<p>Tiivistelmä – Referent – Abstract</p> <p>Suomenhevonen on kotimainen hevosrotu, jonka kantakirja on jaettu neljään jalostussuuntaan: ratsu, juoksija, pien- ja työhevonen. Suomenhevosta kantakirjataan eniten juoksijasuuntaan eli ravihevoseksi. Suomen Hippos ry vastaa ravihevosten jalostusarvostelusta. Virallisessa arvostelussa on mukana vuosittainen voittosumma, vuoden paras aika, aikaero, hylkäys ja starttiintulo. Tämän tutkielman tavoitteena oli päivittää voittosumman ja vuoden parhaan ajan varianssikomponentit ja uusina ominaisuuksina arvioida uranpituuden sekä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman perinnöllisen muuntelun suuruus.</p> <p>Aineisto saatiin Suomen Hippos ry:ltä ja se sisälsi suomenhevosravureiden ravikilpailutiedot vuosilta 1984–2018. Voittosummaa ja vuoden parasta aikaa varten aineisto rajattiin käsittämään kilpailuvuodet 2000–2018. Uranpituudessa käytettiin aineistoa syntymävuosilta 1990–2004.</p> <p>Ravikilpailulähtöihin osallistui tammoja, oriita ja ruunia. Oriit ja ruunat juoksivat noin 60 % lähdöistä. Aineistossa suomenhevosten startit oli taulukoitu 3-vuotiaista lähtien vuosittain, kunnes 8-vuotiaat ja sitä vanhemmat olivat omassa luokassaan. Suomenhevonen saa kilpailla 3-vuotissyksystä sen 15-vuotiskauden loppuun. Varianssikomponenttien estimoinnissa kiinteinä tekijöinä sukupuolen ja iän lisäksi oli kilpailuvuoden vaikutus.</p> <p>Aineiston käsittelyssä käytettiin RStudio-ohjelmaa. Sukupuutiedosto käsiteltiin RelaX2-ohjelmalla ja varianssikomponenttien arviointiin käytettiin DMU-ohjelman REML-menetelmää. Voittosumman ja vuoden parhaan ajan varianssikomponenttien laskennassa käytettiin toistuvuusmallia, jossa eläintä kohden oli useita havaintoja useilta vuosilta. Uranpituuden ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman varianssikomponenttien laskennassa havaintoja oli yksi eläintä kohden.</p> <p>Periytymisasteet estimoitiin olevan kohtalaiset voittosummalle $0,26 \pm 0,01$ ja vuoden parhaalle ajalle $0,40 \pm 0,02$. Periytymisasteet vastaavat hyvin virallisessa arvostelussa käytettyjä periytymisasteita, jotka ovat $0,30$ voittosummalle ja $0,35$ vuoden parhaalle ajalle. Uranpituuden perinnöllisyysasteen arvio oli matala $0,09 \pm 0,01$ ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman sama ($0,26 \pm 0,04$) kuin kaikki kilpailuvuodet huomioivalle voittosummalle. Geneettinen trendi oli kaikkien tutkittujen ominaisuuksien osalta nousujohteinen.</p> <p>Voittosumman ja vuoden parhaan ajan estimoitu geneettinen korrelaatio oli korkea $-0,94 \pm 0,01$. Tämä oli odotettava tulos, koska nämä ominaisuudet kuvaavat samantapaisia piirteitä. Kilpailu-uran pituus korreloi geneettisesti voimakkaasti ensimmäisen kilpailuvuoden aikana saavutetun voittosumman kanssa $0,65 \pm 0,08$. Tästä voi ennustaa, että rahallisesti hyvin pärjäävän hevosen kilpailu-ura on pidempi kuin vähemmän voittosummaa kartuttavan.</p> <p>Saatujen tulosten perusteella ravureiden valinnassa yhtenä ominaisuutena käytetty voittosumma edistää myös hevosten uranpituuden perinnöllistä kehitystä.</p>		
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Suomenhevonen, ravihevonen, varianssikomponentti, periytyminen, uranpituus, voittosumma		
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden osasto		
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Työtä ohjasi Pekka Uimari		

ABSTRACT

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Osasto — Sektion — Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Maijuleena Junntila			
Työn nimi — Arbetets titel — Title The genetic parameters of earnings, racing time and career length in Finnhorse			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal Breeding			
Työn laji — Arbetets art — Level M.Sc. Thesis		Aika — Datum — Month and year February 2021	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 42
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Finnhorse is a native Finnish horse breed and its studbook has four different sections: riding horse, trotting horse, pony-sized horse and working horse. Most of the Finnhorses are registered as trotters. The Finnish trotting and breeding association Suomen Hippos ry is responsible of the breeding value estimation. The official breeding value estimation includes earnings, racing time, time difference at finish, disqualifications and career starting age. The objective of this study was to update variance components for earnings and racing time and to estimate variance components for the racing career length and first year earnings as new traits.</p> <p>Data was received from The Finnish trotting and breeding association Suomen Hippos ry and it contained racing results from years 1984 to 2018. For this study, the data was limited to competition years 2000-2018 for earnings and racing time. For the career length and the first year earnings the data were limited to birth years 1990-2004.</p> <p>The data included trotting race starts from stallions, geldings, and mares. Geldings and stallions competed approximately 60% of the starts. Age was grouped annually from 3 years old to 8 years and older horses. Finnhorse can start racing on September 1st of the year when it turns three years of age and it can race till end of the year when it turns 15 years old. In addition to gender and age, the year of race was included as a fixed factor in the estimation of variance components.</p> <p>The data was processed with RStudio-program. The pedigree file was processed with RelaX2-program and DMU-program's REML was used for the variance component estimation. The repeatability model was used for the earnings and racing time, since there were multiple observations per animal per year. For the career length and the first year earnings, there were one observation per animal.</p> <p>Heritability estimate for earnings ($0,26\pm0,01$) and racing time ($0,40\pm0,02$) were moderate. Heritability estimates are similar to those used in the official breeding value 0,30 and 0,35, respectively. The heritability of the career length was low $0,09\pm0,01$ and the first year earnings was moderate $0,26\pm0,04$ which was the same as the earnings trait that included all competition years. The genetic trends were positive for all the studied traits.</p> <p>The genetic correlation between the earnings and the racing time was high $-0,94\pm0,01$. This was expected since these two traits illustrates quite the similar features. The genetic correlation between the career length and the earnings of the first year was also high $0,65\pm0,08$. This predicts that moneywise well performing trotter is likely to do a longer career compared to a horse that does not earn that much.</p> <p>The results show that if earnings is used in selection also the length of the career improves genetically.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Finnhorse, trotter, variance component, heritability, career length, earnings			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Department of Agricultural Sciences			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervised by Pekka Uimari			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 RAVIHEVOSTEN JALOSTUSARVOSTELUINDEKSIT	6
2.1 Hevonen urheilijana.....	6
2.2 Suomenhevosen raviominaisuudet	7
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	8
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	8
4.1 Kilpailuaineisto.....	9
4.2 Tutkittavat ominaisuudet	12
4.2.1 Voittosumma	13
4.2.2 Vuoden paras aika	15
4.2.3 Uranpituus	17
4.2.3 Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma	22
4.3 Sukupuuaineisto	22
4.4 Tilastolliset menetelmät ja mallit.....	24
5 TULOKSET.....	27
5.1 Kiinteiden tekijöiden vaikutukset ominaisuuksiin.....	27
5.2 Periytymisasteet ja varianssikomponentit	30
5.3 Geneettiset korrelaatiot	31
5.4 Geneettinen trendi.....	31
6 TULOSTEN TARKASTELU	34
6.1 Kiinteiden tekijöiden vaikutusten tarkastelu	34
6.2 Periytymisasteiden ja varianssikomponenttien tarkastelu.....	35
6.3 Geneettisten korrelaatioiden tarkastelu.....	36
6.4 Geneettisen trendin tarkastelu.....	37
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	37
LÄHTEET	39
LIITE 1: 1965-2019 SYNTYNEET SUOMENHEVOSET.....	42

1 JOHDANTO

Suomenhevonen on Suomen ainoa kotimainen hevosrotu ja sen kantakirja perustettiin vuonna 1907 (Suomen Hippos ry 2020). Suoristuskokeet ovat tulleet jalostusvalintaan mukaan 1920-luvulla. Alun perin vuonna 1924 suomenhevoset jaettiin työhevostyyppiin ja yleishevostyyppiin, kunnes vuonna 1965 yleishevosten kantakirjan tilalle perustettiin juoksijasuunnan kantakirja (Suomen Hippos ry 2016). Vuodesta 1971 lähtien kantakirja on jaettu neljään jalostussuuntaan: ratsu, juoksija, pien- ja työhevonen, joista ravihevosta on määrällisesti eniten (Suomen Hippos ry 2020). Suomenhevosta syntyy vuosittain noin 1000 (vuosina 2015–2019 syntyi yhteensä 5136 varsaa), mikä on noin puolet 1960-luvulla syntyneiden varsojen määrästä (Suomen Hippos ry 2017, Sukuposti 2020).

Suomenhevosen jalostustavoitteena on terve, kestävä ja helposti käsiteltävä hyväliikkeinen hevonen (Suomen Hippos ry 2016). Hevosen tulee olla vähintään 4-vuotias ja merkitty kantakirjaan, jotta se saa osallistua jalostusarvosteluun (Suomen Hippos ry 2018). Suomen Hippoksen jalostusvaliokunta määrittää rakenne- ja terveysvaatimukset, jotka tähtäävät perinnöllisten vikojen ja sairauksien leviämisen ehkäisemiseen (Suomen Hippos ry 2018). Rakennearvostelussa hevosen tulee saada jokaisesta arvostelukohdasta vähintään 5 pistettä asteikolla 4–10, jotta se voidaan hyväksyä jalostukseen ja oriin jälkeläiset saavat, kotisiitospykälä pois lukien, ravikilpailuoikeuden. (Suomen Hippos ry 2018).

Suomen Hippos ry:n mukaan (Suomen Hippos ry 2016) juoksijasuunnan jalostustavoitteena on lihaksikas ja urheilullinen hevonen, jolla on voitonahonta luonne. Jalostettavia ominaisuuksia ovat yleisesti keskikoko, sopusuhtaisuus ja hyvä ryhti sekä hevosella tulee olla selvä sukupuolileima. Rakenteellisesti ravihevosella tulee olla myös pyöreä runko, vahva lanne ja takaosa sekä sopusuhtainen pää ja ylhäälle asettuva kaula. Liikkeistä on määritelty, että niiden tulee olla säännölliset ja rytmikkäät. Ennen yksilöarvostelua juoksijasuunnan hevosen tulee saavuttaa tietty ennalta määritelty kilpailuaika sekä vähimmäisvoittosumma (Suomen Hippos ry 2018).

Vuonna 2019 Suomessa järjestettiin 655 ravikilpailua, joihin osallistui noin 6600 hevosta (Suomen Hippos ry 2020). Suomenhevosen kilpailuoikeus alkaa syyskuun ensimmäisenä päivänä sinä vuonna, jolloin se täyttää kolme vuotta. Suomenhevosen kilpailuoikeus päättyy sen vuoden tammikuun ensimmäinen päivä, jona se täyttää 16 vuotta (Suomen Hippos ry 2011). Pitkä kilpailu-ura on toivottava ominaisuus, koska se mahdollistaa hyvän taloudellisen tuloksen ravihevosen omistajalle.

Suomenhevosten raviominaisuuksien arvostelussa käytetty aikaeron periytymisaste (h^2) on 0,25, starttiintulon 0,20, voittosumman 0,30, vuoden parhaan ajan 0,35 ja hylkäyksen 0,03 (Suomen Hippos ry 2002). Tämän työn motivaationa oli päivittää varianssikomponentit suomenhevosen kohtalaisesti periytyville ominaisuuksille eli vuoden parhaalle ajalle ja voittosummalle. Edellisen kerran näitä on arvioitu vuosina 1993 ja 2009 (Pösö 1993 ja Salonen 2009). Uutena ominaisuutena tutkittiin uranpituutta sekä siihen liittyvänä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa.

2 RAVIHEVOSTEN JALOSTUSARVOSTELUINDEKSIT

2.1 Hevonen urheilijana

Hevonen on olemukseltaan urheilullinen ja sen suorituskyykyyn vaikuttavat perintötekijöiden lisäksi ympäristö, managementti eli kokonaisvaltainen hoito sekä harjoittelu. Jalostusvalinnoilla katsotaan olevan merkitystä kilpahevosen suorituskyykyyn ja kasvattajat pyrkivät saamaan esi-isien saavutukset siirrettyä uusille kasvateilleen (Hill ym. 2013). Hevosen suorituskyyky on jaettu karkeasti työ-, ratsastus- ja laukkakilparatsastuksen piirteisiin. Moni tutkimus on pyrkinyt määrittelemään hevosen useiden suorituskyyvyn piirteiden perinnöllisyyttä (Hill ym. 2013). Suorittaakseen korkeimmalla tasolla, hevoskasvattajien tulee ottaa huomioon perintötekijöiden lisäksi ympäristötekijöitä, jotka voivat vaikuttaa hevosen urheilusuoritukseen (Bartolome ym. 2018). Ravihevosilla merkittävä menestykseen vaikuttava tekijä on valmentaja-ohjastajan vaikutus. Esimerkiksi espanjalaisessa tutkimuksessa espanjalaisten ravihevosten kilpailumenestyksen kokonaisvaihtelusta valmentaja-ohjastajan vaikutus selitti 17 % (Gomez ym. 2011). Suomessa tehdyssä tutkimuksessa (Thuneberg-Selonen ym. 1999) oli myös nähtävissä, että mitä kokeneempi ohjasta oli mitattuna ajettujen kilpailustarttien suhteen, sitä pienempi aikaero voittajahevoseen nähden oli. Valmentajan tai ohjastajan vaikutuksen huomioiminen tilastollisessa mallinnuksessa ei ole kuitenkaan yksiselitteistä, sillä hevosilla, joilla on vain muutamia tuloksia, valmentajan merkitys voi olla huomattavan suuri (Thuneberg-Selonen ym. 1999) ja myös suvultaan parhaita hevosia valmentaa ja ohjastaa yleensä alansa parhaat henkilöt, jolloin hevosen perintötekijöiden ja ohjastajan vaikutusten samanaikainen huomioiminen voi aiheuttaa hyvän hevosen perinnöllisen tason aliarviointia (Jukka Pösö, henkilökohtainen tiedonanto 23.2.2021). Lisäksi sukupuolella on suuri merkitys suorituskyykyyn; esimerkiksi suomenhevosissa oriit ovat raveissa merkittävästi parempia suorituskyyvyltään kuin tammam (Ojala ja Hellman 1987).

2.2 Suomenhevosen raviominaisuudet

Ravihevosen hyviä kilpailuominaisuuksia ovat varhaiskypsyys, nopeus, terveys, kestävyys ja luonne. Ajo-opetuksen aikainen aloittaminen, kuten myös valmennuksen ja kilpailemisen aikainen aloittaminen, korreloi edullisesti kilpailumenestyksen kanssa (Saastamoinen 1991). Suomenhevosella iso koko ja hyvät ravikilpailuominaisuudet korreloivat geneettisesti positiivisesti vähästä kohtalaiseen (Suontama 2012). Tämä antaisi viitteen siitä, että jalostusvalinnassa olisi järkevää suosia hevosen isoa kokoa. Suomenhevosella kuitenkin itse rakenteen ja ravikilpailuominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot ovat pääsääntöisesti matalia (Suontama 2012).

2.3 Ravihevosten jalostusarvostelun indeksit

Ravihevosten jalostusarvostelu sisältää aikaeroindeksin, starttiintuloindeksin, voittosummaindeksin, vuoden paras aika -indeksin, hylkäysindeksin ja kokonaisindeksin (Suomen Hippos ry 2002). Julkaistut indeksit on laskettu BLUP-menetelmällä ja standardoitu, jotta vertailu vuosien välillä on mahdollista. Suomenhevosten kohdalla standardointi on asetettu kunakin vuonna 6–10-vuotiaisiin kilpailleisiin hevosiin. Näille hevosille asetetaan keskitasoksi 100 (Suomen Hippos ry 2002).

Aikaeroindeksillä tarkoitetaan ominaisuutta, jossa hevosen kilpailuaikaa verrataan saman lähdön voittajahevosen aikaan. Aikaeroindeksiä laskettaessa käytetään logaritmimuunnosta, jotta aikaeron jakauma olisi lähellä normaalijakaumaa. Logaritmimuunnos myös kasvattaa palkintosijoille juosseiden hevosten suhteellista eroa loppupäähän sijoittuneisiin hevosiin. Aikaero sekunneissa lasketaan kaavalla:

$$\text{aikaero} = \ln(y_i - y_v + 1,5), \quad (1)$$

jossa

y_i =hevosen kokonaisaika (s) lähdössä jaettuna lähdön perusmatkalla

y_v =lähdön voittajahevosen kokonaisaika (s) jaettuna lähdön perusmatkalla.

Starttiintuloindeksi kuvaa, minkä ikäisenä hevonen starttaa kilpailulähdössä ensimmäisen kerran tai tapahtuuko starttia lainkaan. Starttiintulon jalostusarvot ennustetaan yhtä aikaa aikaeron kanssa. Tämä sen takia, että näin voidaan ottaa huomioon starttaamattomien hevosten vaikutus.

Voittosummaindeksin laskennassa käytetään hevosen vuosittaisen voittosumman neljäsjuurimuunnosta. Voittosummaindeksin laskennassa huomioidaan myös ulkomailla ansaitut rahat sekä inflaatio. Vuoden paras aika -indeksin laskennassa käytetään kyseisen hevosen vuoden parasta aikaa joko auto- tai volttilähdöstä. Hylkäysindeksi kuvaa hylkäykseen johtaneiden starttien määrää. Kokonaisindeksi lasketaan painottamalla näitä ominaisuuksia seuraavasti

$$\text{kokonaisindeksi} = 0,40 \times \text{aikaero} + 0,40 \times \text{voittosumma} + 0,10 \times \text{starttiintulo} + 0,10 \times \text{vuoden paras aika.} \quad (2)$$

Jalostusarvojen ennustamisessa sukupuoli, ikäluokka, ohjastaja, lähtötapa/lähtörata sekä lähtö otetaan huomioon systemaattisina (kiinteinä) tekijöinä. Sukupuolet jaotellaan kahteen tai kolmeen luokkaan: oriit ja ruunat yhdessä, ja tammot omanaan tai kaikki kolmea vaihtoehtoa (oriit, ruunat, tammot) ominaan. Hevosten ikä kilpailuhetkellä luokitellaan alkaen kolmivuotiaista. Kahdeksanvuotiaat ja yli 8-vuotiaat muodostivat oman luokkansa. Ohjastajan vaikutuksessa otetaan huomioon, kuinka monta starttia ohjastaja oli ajanut kahden edellisen vuoden aikana. Ohjastajaluokkia on seitsemän kappaletta. Lähtötapa/lähtörata-tekijä tarkoittaa tekijää, jossa on huomioitu, onko lähtö auto- vai volttilähtö, miltä lähtöradalta startattiin ja onko lähdetty takamatkalta vai paalulta. Lähtö tarkoittaa yksittäistä tekijää, joka on muodostunut raviradan, kilpailupäivämäärän ja lähdön numeron mukaan. Lähdössä on tullut olla mukana vähintään viisi hevosta.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Suomenhevosen ravikilpailuominaisuuksia on käsitelty Helsingin yliopiston kotieläintieteiden laitoksella pro gradu-tutkielmissa aiemmin 1993 Pösön, 1999 Suontaman ja 2009 Salosen toimesta.

Tämän tutkielman tavoitteena oli arvioida suomenhevosen jalostusarvostelussa käytettyjen voittosumma ja vuoden paras aika -ominaisuuksien periytymisasteet ja geneettinen korrelaatio. Uutena ominaisuutena arvioitiin suomenhevosen ravikilpailumenestyksen kestävyys eli uranpituuden periytymisaste ja sen geneettinen korrelaatio ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman kanssa.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Kilpailuaineisto

Tässä tutkielmassa on käytetty Suomen Hippos ry:n aineistoa. Alkuperäisessä aineistossa oli tiedot vuosilta 1984–2019 ja se sisälsi noin miljoona havaintoa yli 25 000 hevoselta. Vuoden parhaan ajan ja voittosumman analysointia varten aineisto rajattiin koskemaan kilpailuvuosia 2000–2019 ja se käsitti noin 13 000 hevosta sekä noin 40 000 havaintoa. Varianssikomponentteja varten kilpailuvuosiin 2000–2019 rajattua aineistoa muokattiin vielä satunnaisotannalla pienemmäksi, jotta sitä oli mahdollista käsitellä.

Taulukosta 1 nähdään, että kilpailuvuosien 2000 ja 2019 välisenä aikana startanneiden hevosten lukumäärä on vähentynyt huomattavasti ollen korkeimmillaan 3098 hevosta vuonna 2004 ja matalimmillaan vuonna 2019 vain 1973 yksilöä. Vuonna 2000 yksi hevonen osallistui keskimäärin 9,2 kilpailulähtöön ja vuonna 2019 yksi hevonen osallistui 8,4 kilpailulähtöön. Raveihin osallistuneiden hevosten määrän vähenemisen taustalla on luultavasti syntyvien suomenhevosten määrän väheneminen 2000-luvulla (LIITE 1).

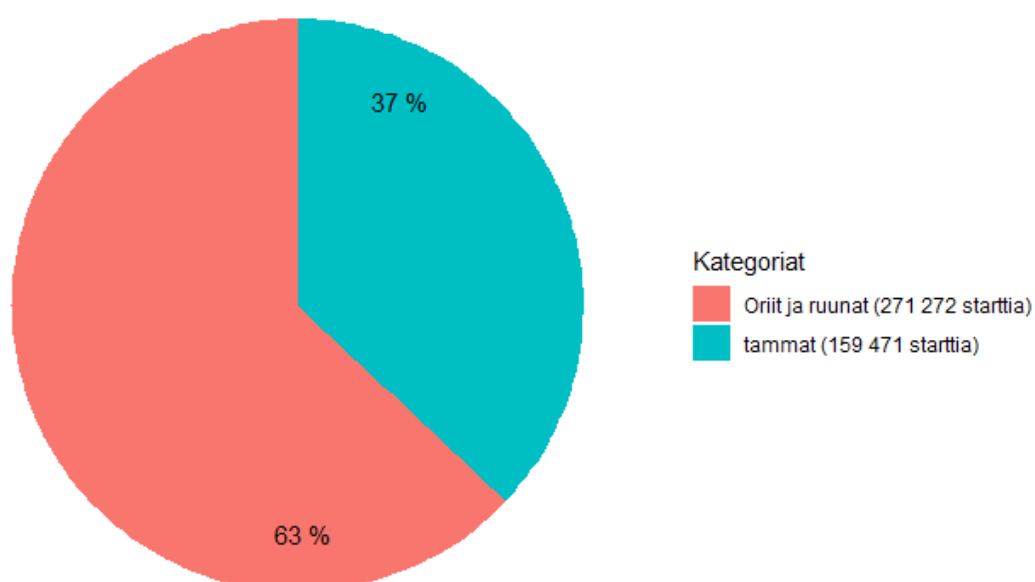
Taulukko 1. Vuosiin 2000–2019 rajatun materiaalin perustietoja.

Vuosi	Startanneita hevosia	Startteja
2000	3 056	28 149
2001	2 936	26 161
2002	3 044	25 872
2003	3 080	26 818
2004	3 098	25 764
2005	2 987	25 599
2006	2 840	23 944
2007	2 614	23 529
2008	2 595	22 520
2009	2 565	22 769
2010	2 292	19 705
2011	2 178	19 175
2012	2 190	18 358
2013	2 171	18 459
2014	2 078	17 723
2015	2 029	17 230
2016	2 067	17 863

2017	2 071	17 564
2018	2 029	17 059
2019	1 973	16 482
Yhteensä	49 893	430 743

Ravikilpailulähtöihin osallistui tammoja, oriita ja ruunia. Oriiden ja ruunien juoksevia ravikilpailulähtöjä oli melkein 59 % enemmän kuin tammojen juoksevia startteja vuosina 2000–2019 (Kuva 1).

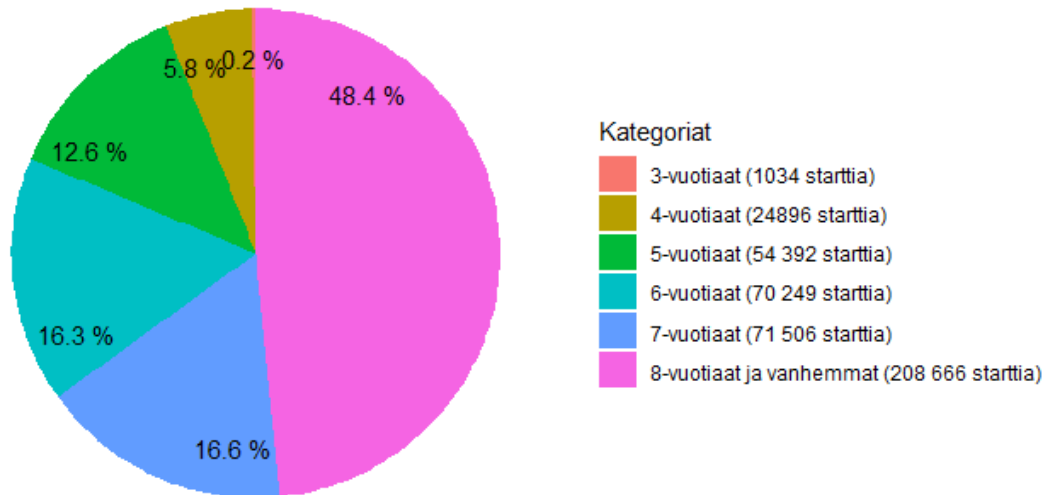
Sukupuolijakauma starttimäärissä v. 2000-2019



Kuva 1. Sukupuolijakauma kilpailustarteissa vuosina 2000–2019.

Käytetyssä aineistossa startanneet suomenhevoset oli taulukoitu 3-vuotiaasta lähtien vuosittain, kunnes 8-vuotiaat ja sitä vanhemmat olivat omassa luokassaan. Ikäjakauma painottuu selkeästi 6-vuotiaisiin ja siitä eteenpäin, sillä 3–5-vuotiaat hevoset juoksivat vain 18,6 % kaikista starteista (Kuva 2).

Startit ikäluokittain v. 2000-2019



Kuva 2. Vuosiin 2000–2019 rajatun aineiston ikäluokkajakauma kilpailustarteissa. Hevonen kuuluu yhteen ikäluokkaan vuosittain ja voi juosta yhden tai useamman startin.

Myös ohjastajalla ja lähtötavalla ja radalla on merkitystä yksittäisen startin tuloksiin. Näitä tekijöitä ei tässä tutkielmassa kuitenkaan huomioitu, koska tutkittavat ominaisuudet olivat joko yksittäisiä vuosia (vuoden paras aika ja voittosumma) tai yksittäisiä koko hevosen uraa kuvaavia ominaisuuksia (uran pituus ja ensimmäisen vuoden voittosumma).

Uranpituuden periytymisasteen arviointia varten käytettiin vuosina 1990–2004 syntyneitä hevosia. Aineisto sisälsi 10059 hevosen tiedot uranpituudesta. Eniten havaintoja oli vuonna 1990 syntyneillä hevosilla (Taulukko 2).

Taulukko 2. Uranpituudessa käytetyn aineiston hevosten syntymävuosijakauma.

Syntymävuosi	Hevosia
1990	933
1991	920
1992	815
1993	716
1994	619
1995	549
1996	666
1997	695
1998	703
1999	709
2000	675
2001	577
2002	492
2003	502
2004	488
Yhteensä	10059

4.2 Tutkittavat ominaisuudet

Tutkittavat ominaisuudet olivat voittosumma, vuoden paras aika ja uutena ominaisuutena uranpituus sekä siihen liittyvä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma. Voittosummassa ja vuoden parhaassa ajassa havainnot olivat yhtä vuotta koskevia havaintoja, kun uranpituudessa ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummassa havainnot olivat yksittäisiä hevosia (Taulukko 3). Voittosummat ovat neljäsjuurimuunnoksia.

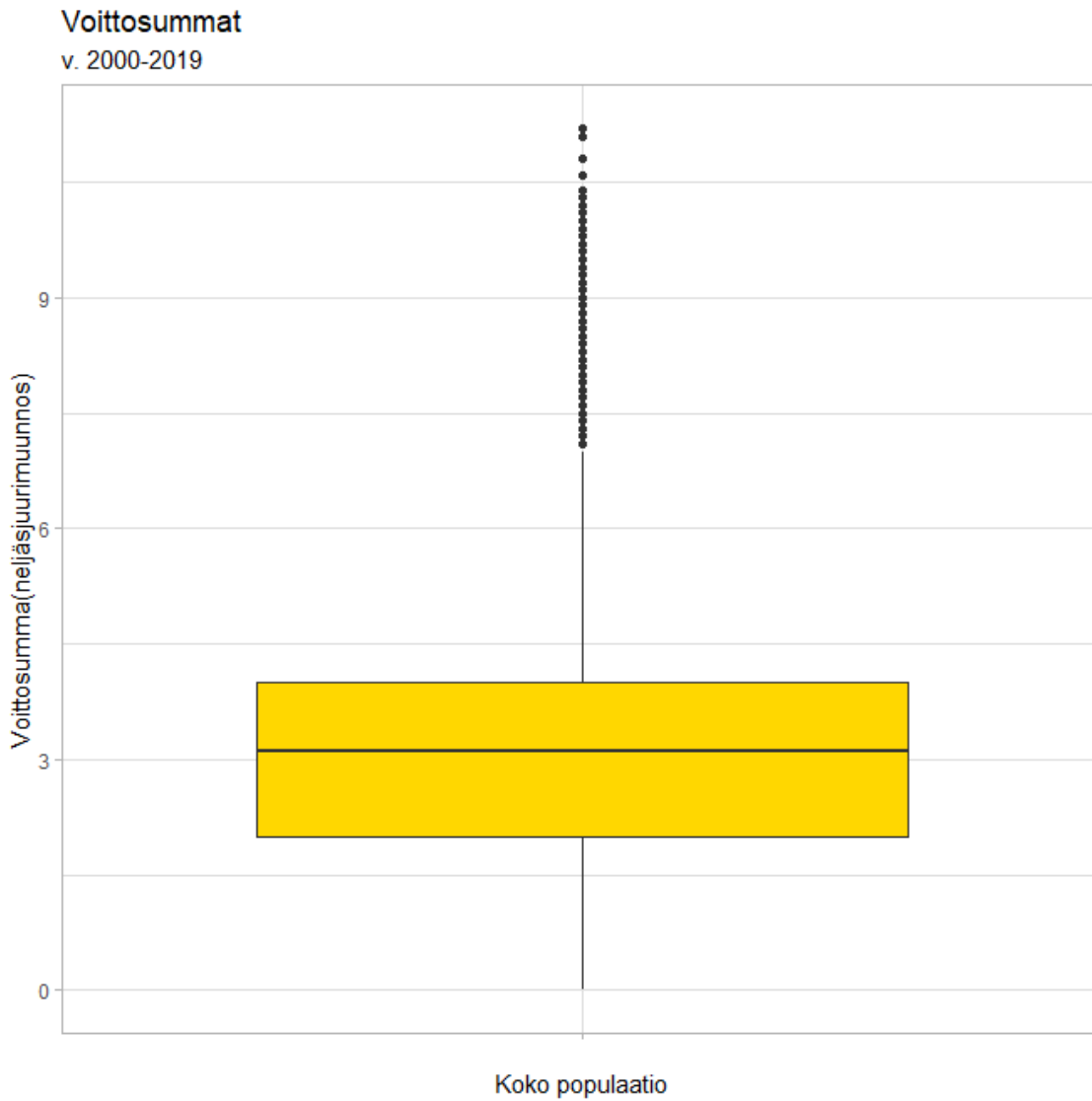
Taulukko 3. Satunnaisotannalla rajatun aineiston keskiarvo ja keskihajonta.

	Voittosumma	Vuoden paras aika	Uranpituus	Voittosumma ^a
Havaintoja	49 893	46 476	10 059	10 059
Keskiarvo	3,01	33,06	4,61	2,50
Keskihajonta	1,51	6,10	2,87	1,42

^a Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma

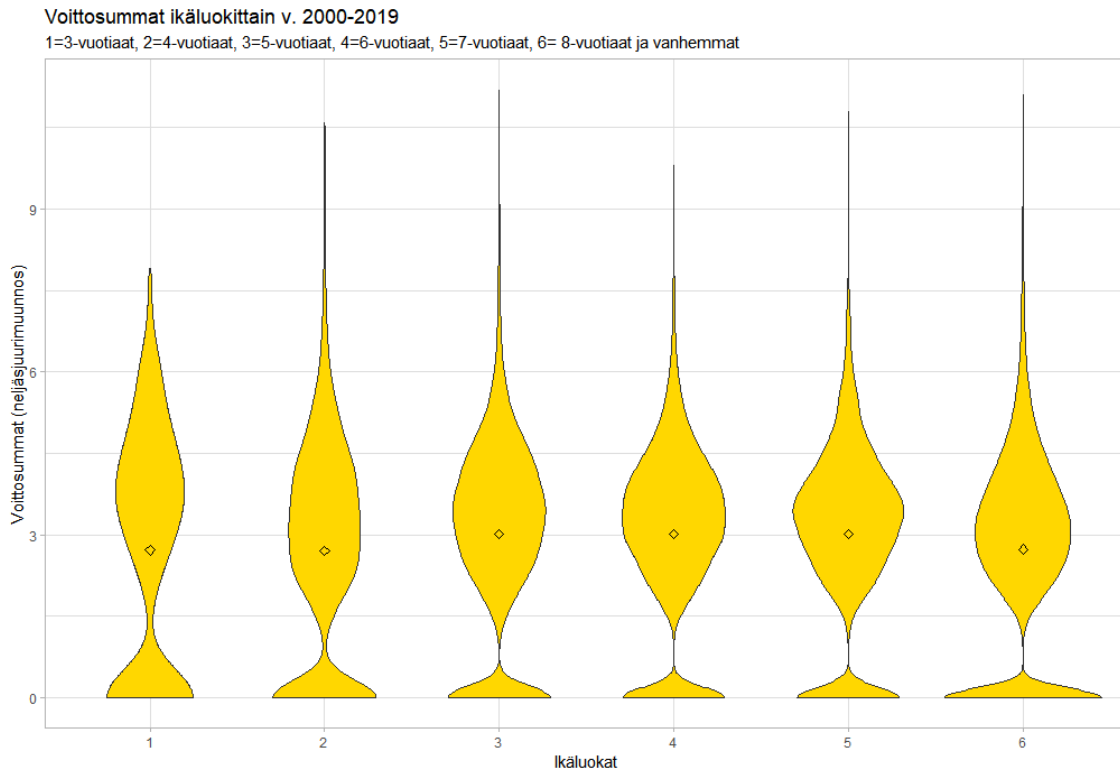
4.2.1 Voittosumma

Analyyseissä voittosumman havaintoina käytetään hevosien koko kilpailu-uran vuosittaisia voittosummia. Hevosella on siten useita havaintoja voittosummasta. Alkuperäisen voittosumman sijaan analyysissä käytettiin voittosumman neljännesjuurimuunnoksina. Voittosumat olivat odotetusti painottuneet pienempiin summiin (Kuva 3).



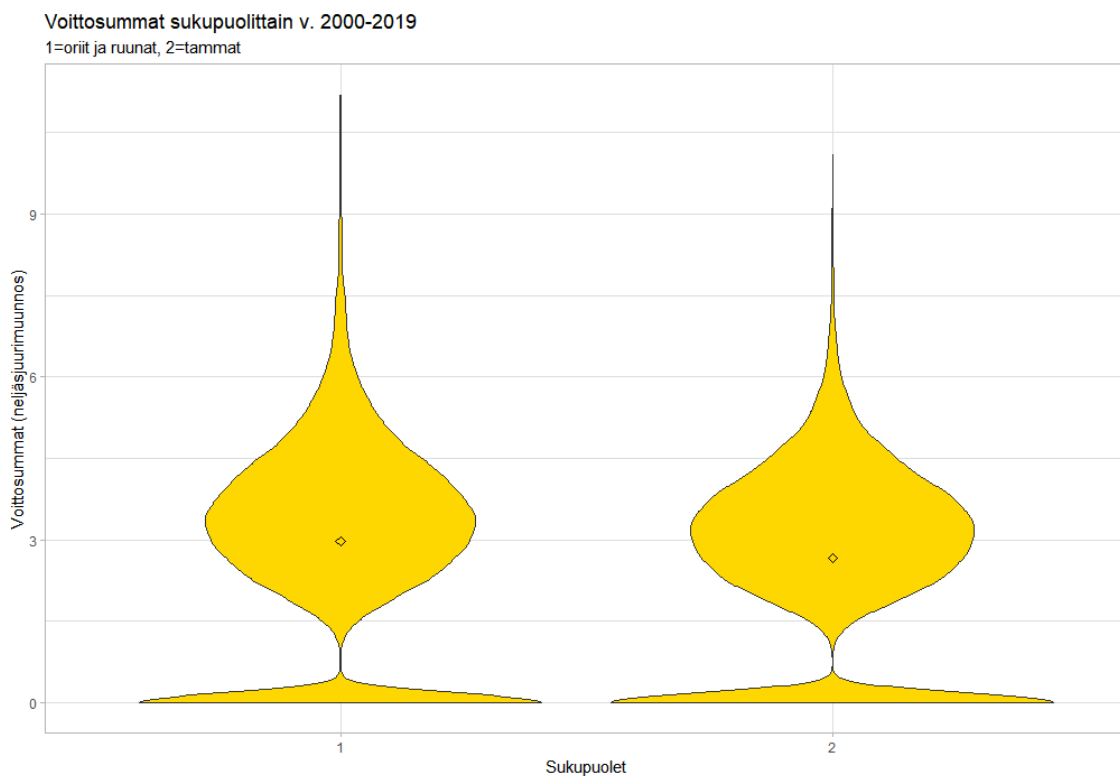
Kuva 3. Voittosumat koko populaatiossa esitettynä laatikko-jana -kuviona (boxplot).

Ikäluokittain tarkasteltuna voittosumat jakautuvat melko yhtenevästi (Kuva 4). Korkeimpaan voittosummaan pääsee kuitenkin kolmannen ikäluokan eli 5-vuotiaiden joukko.



Kuva 4. Voittosummat ikäluokkiin jaettuna esitettynä viulukuvaaajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

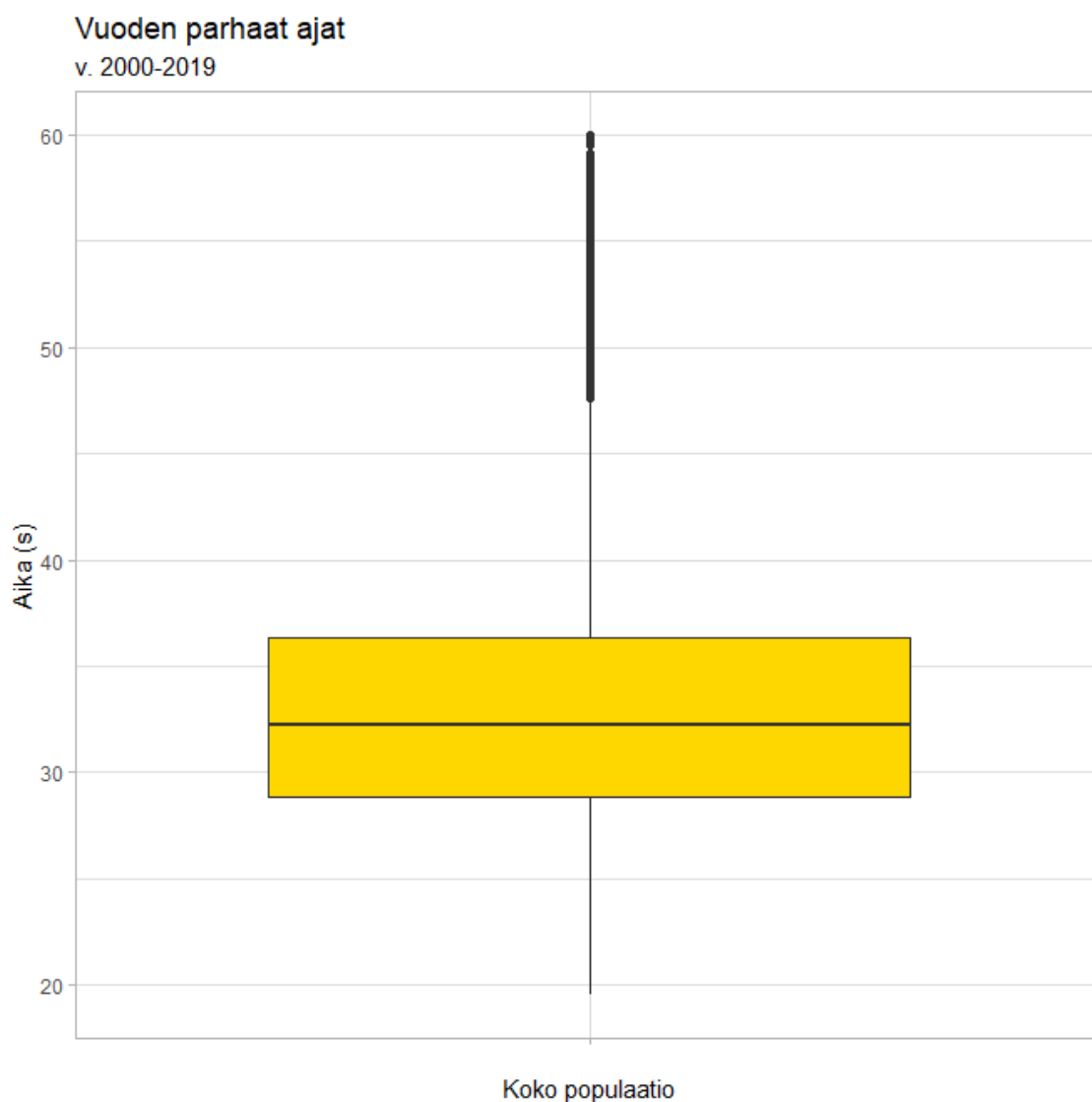
Sukupuolten välillä voittosummat ovat jakautuneet myös melko tasaisesti (Kuva 5).



Kuva 5. Voittosummat sukupuolittain esitettynä viulukuvaaajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

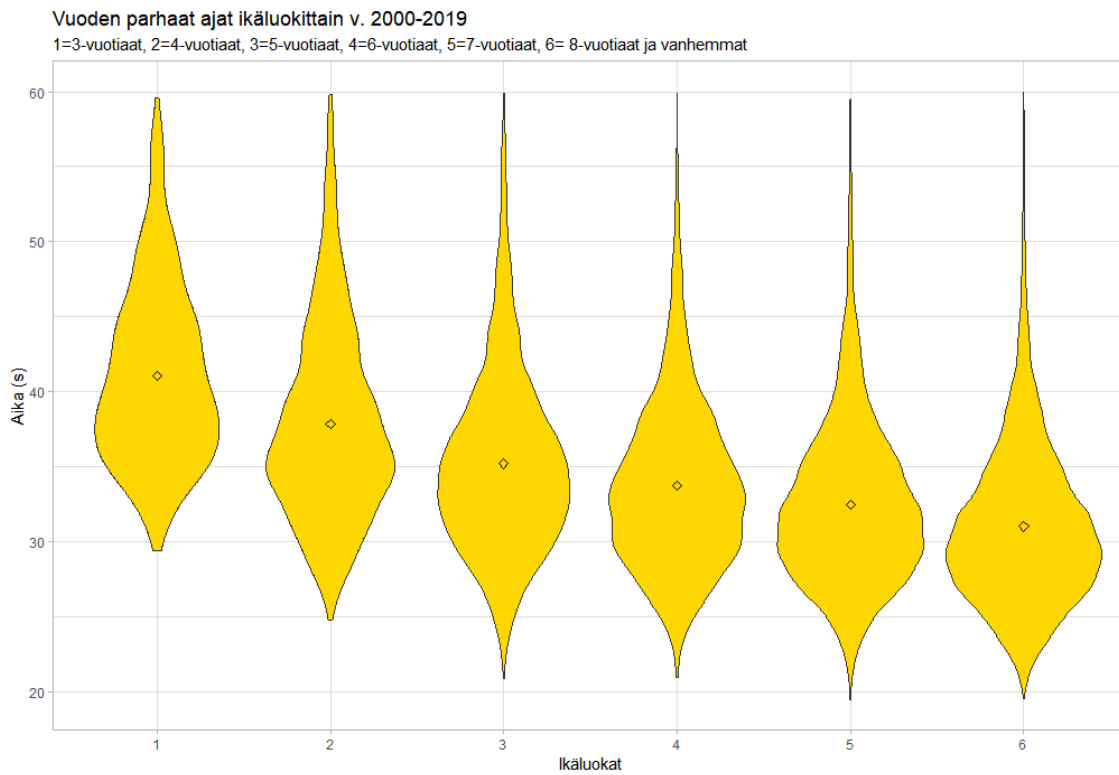
4.2.2 Vuoden paras aika

Myös vuoden paras aika –muuttuja sisältää hevosen koko uran vuoden parhaat ajat eli hevosta kohti on useita havaintoja. Kilpailuajat ilmoitetaan yksikössä minuuttia/kilometri. Käytännössä on ilmoittaa aika ilman minuuttia kuvaavaa numero ykköstä ja yksikköä. Suomenhevosten vuoden parhaat ajat kaikki kilpailulähdöt huomioon ottaen olivat vuosien 2000–2019 aineistossa lähtien 1.19,5 min/km eli 19,5 s aina 2.25,1 min/km eli 85,1 s saakka (Kuva 6). Käytetyssä rajatussa aineistossa keskimäärin vuoden paras aika suomenhevosilla oli 1.33,06 min/km eli 33,1 (Kuva 6).



Kuva 6. Vuoden parhaan ajan laatikko-jana -kuviona (boxplot), kun hylätyt tulokset on poistettu.

Vuoden paras aika ikäluokittain jaoteltuna näyttää vauhdin kehittymisen iän karttuessa (Kuva 7). Myös sukupuolien välillä on eroja: oriit ja ruunat ovat keskimäärin nopeampia kuin tammät (Kuva 8).



Kuva 7. Suomenhevosten parhaat ajat eri ikäluokittain esitettynä viulukuvajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

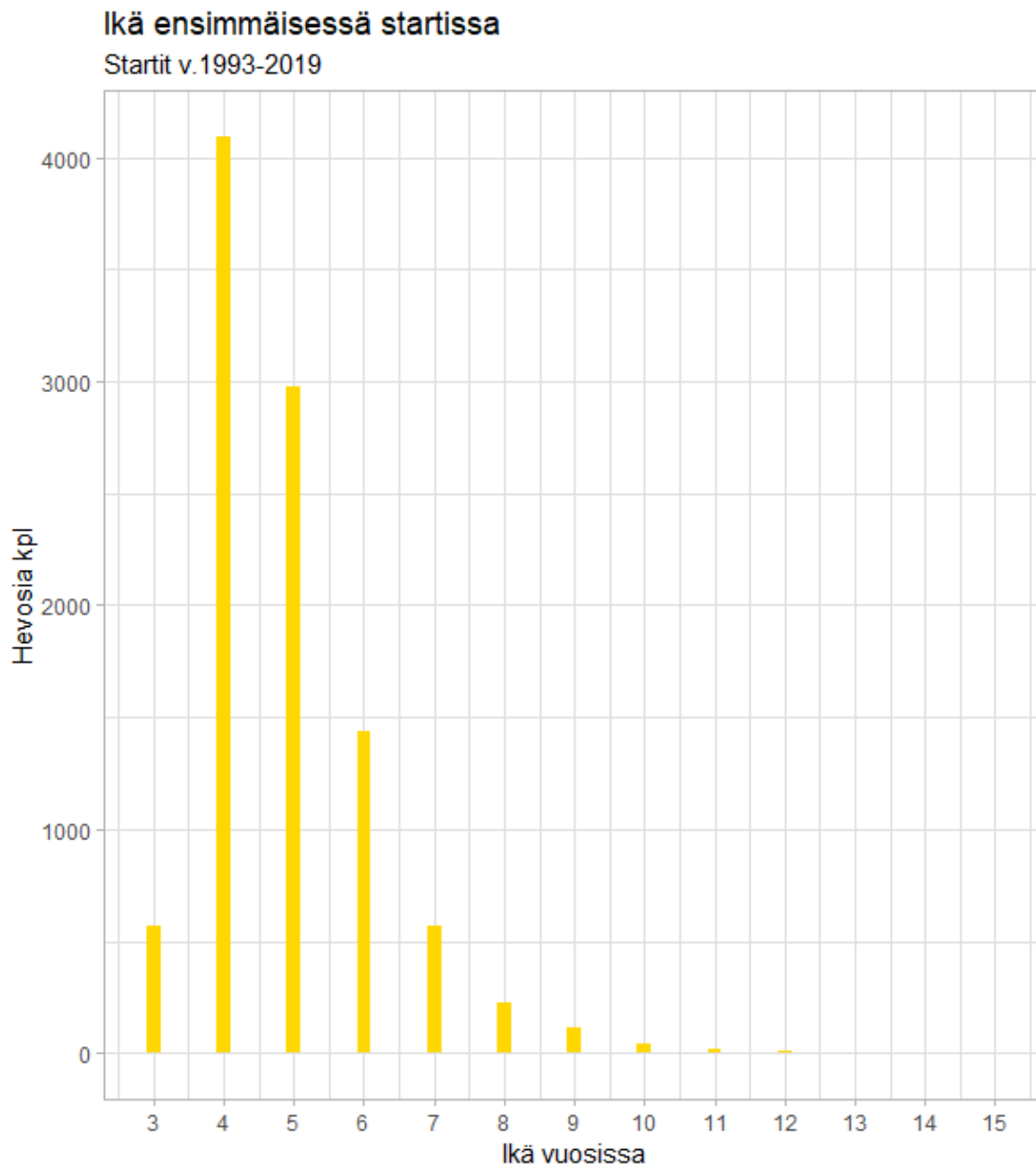


Kuva 8. Vuoden parhaat ajat sukupuolittain esitettynä viulukuvajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

4.2.3 Uranpituus

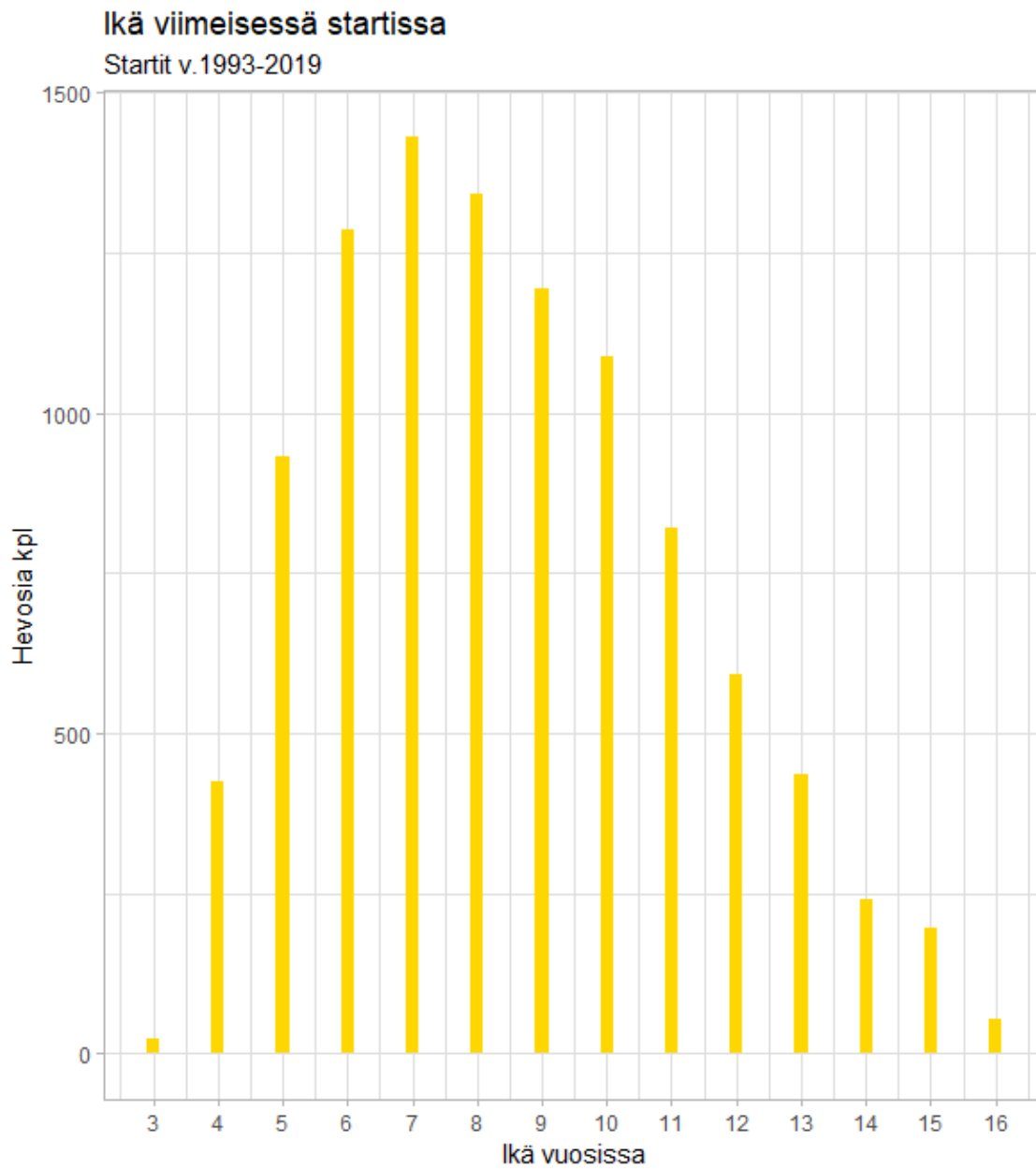
Uutena ominaisuutena suomenhevoselle laskettiin kestävyyttä kuvaava uranpituus. Tähän liittyvänä ominaisuutena tutkittiin myös ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa. Uranpituutta ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa laskettaessa aineisto rajattiin koskemaan, muista ominaisuuksista poiketen, hevosia, jotka olivat syntyneet vuosina 1990–2004. Tämä tarkoitti, että startit käsittävät vuodet 1993–2019.

Suomenhevosella ensimmäinen startti on mahdollista ajaa 3-vuotissyksynä. Suurin osa aloittaa kuitenkin uransa 4- ja 5-vuotiaana (Kuva 9). Vain muutama yksittäinen hevonen aloittaa uransa vasta vanhemmalla iällä yli 10-vuotiaana.

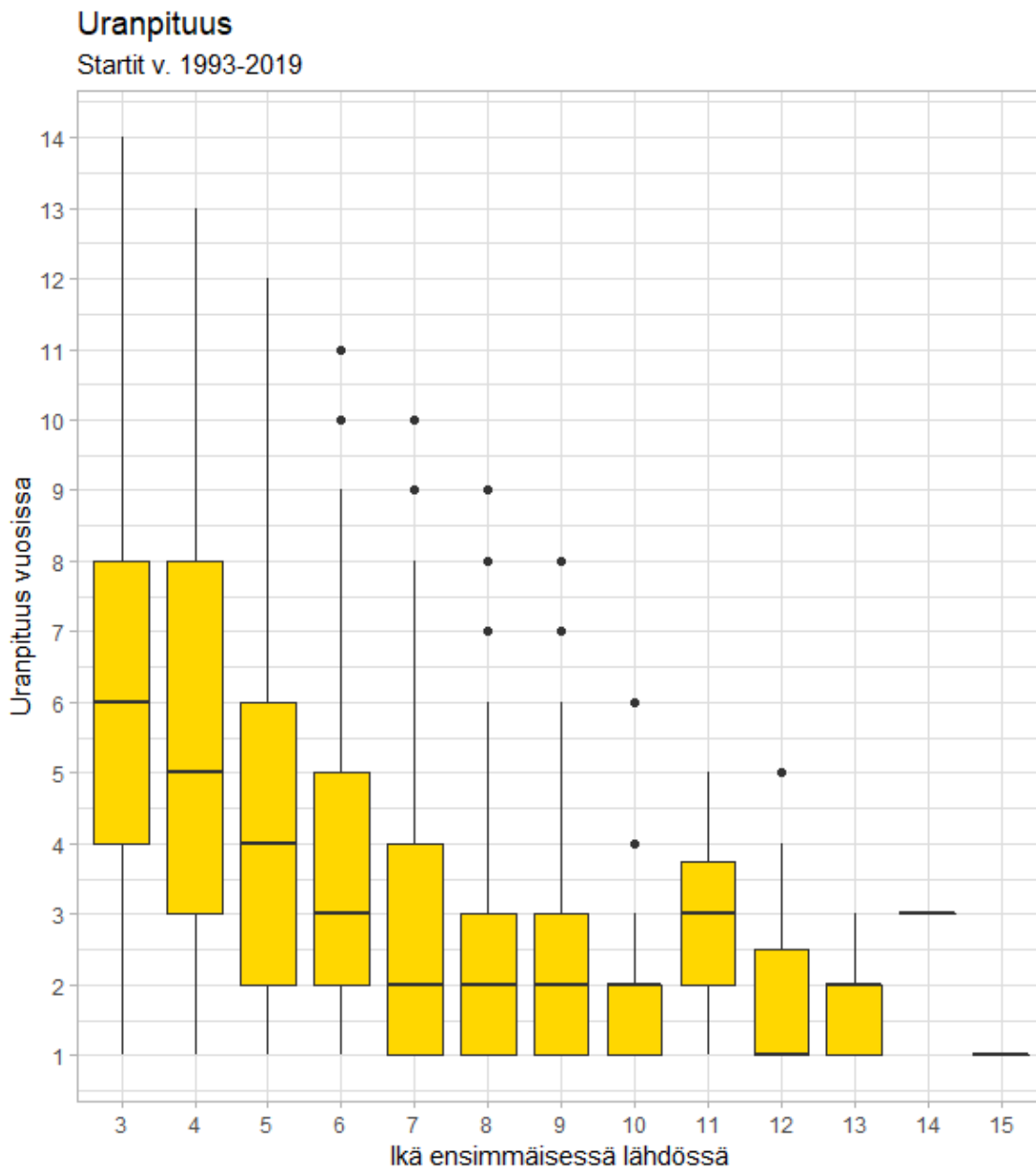


Kuva 9. Ikä ensimmäisessä startissa. 13-vuoden iässä ensikertalaisia oli 5 kpl, 14-vuotiaana 1 kpl, kuten myös 15-vuotiaana 1 kpl.

Suomenhevoset ovat saaneet ravata kilpailuissa vuoteen 2012 saakka 16-vuotiskauden loppuun saakka. Vuoden 2012 jälkeen raja on asetettu 15-vuotiskauden loppuun. Aineistossa, joka käsitti yhteensä 10 059 hevosta, oli 55 hevosta, jotka olivat startanneet ravikilpailuissa 16-vuotiaana (Kuva 10). Tämä vaikutti myös uranpituuteen, sillä aineistossa oli 8 suomenhevosta, joiden uranpituus oli kunnioitettavat 14 vuotta, kun nykyäänöillä uranpituuden maksimi on 13 vuotta (Kuvat 11 ja 12).

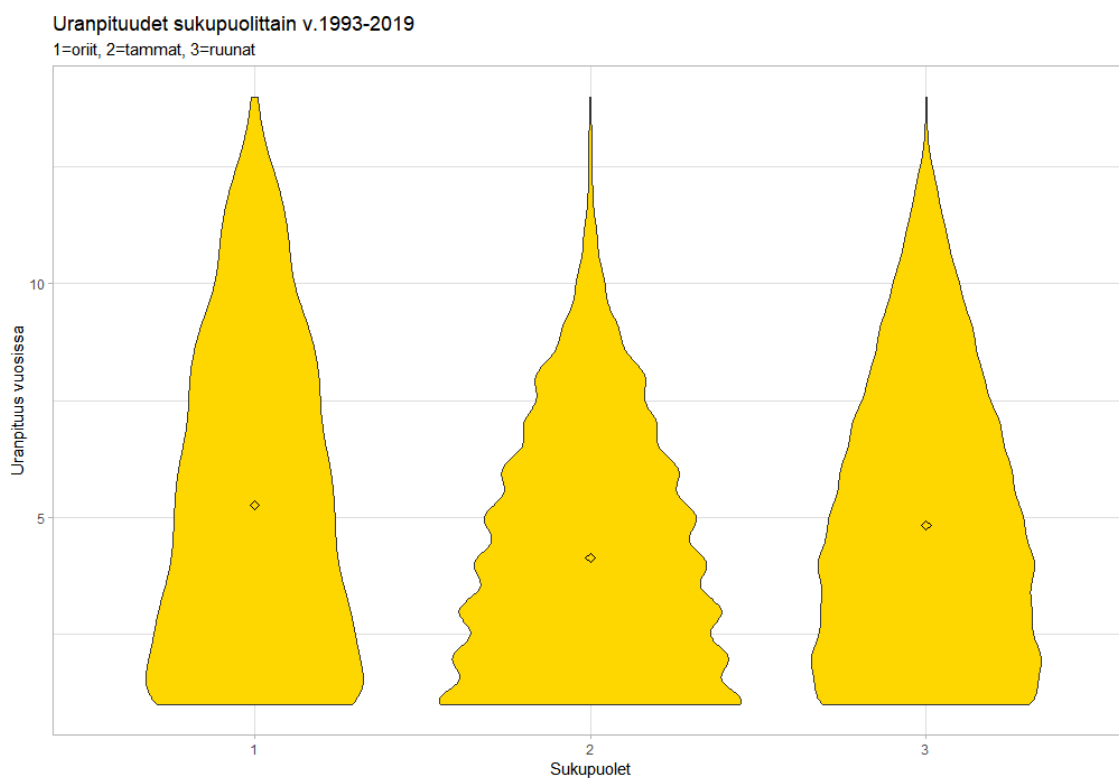


Kuva 10. Ikä viimeisessä startissa.

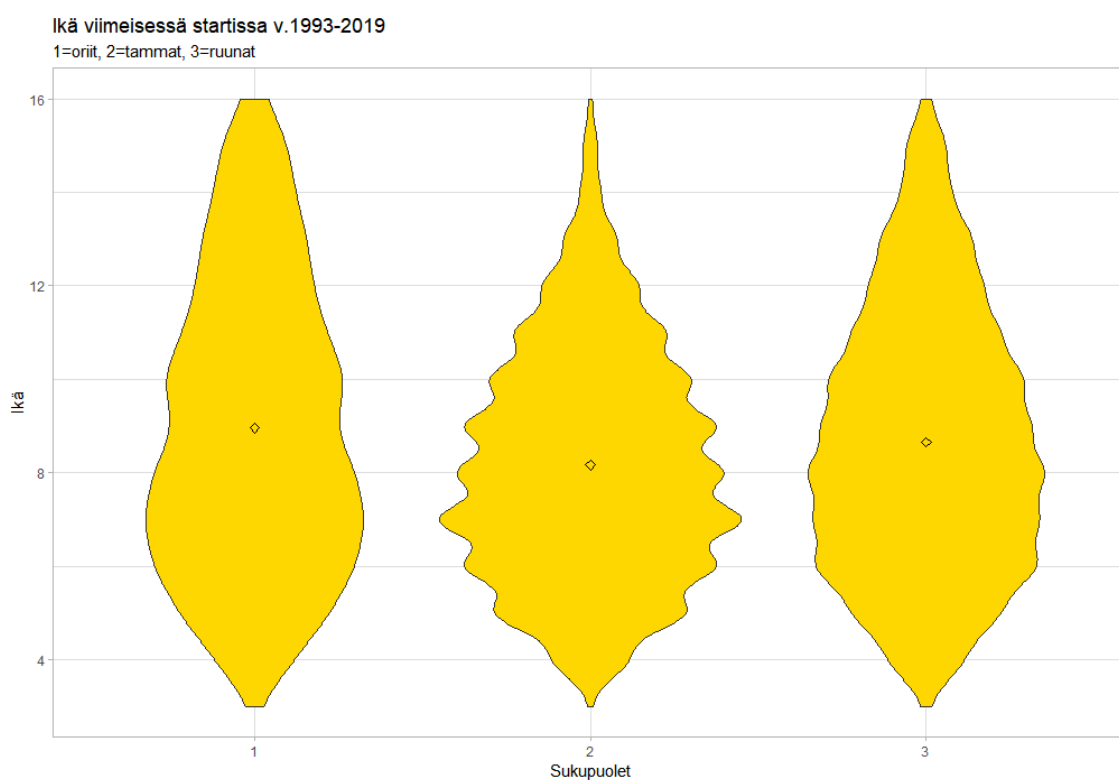


Kuva 11. Uranpituus laatikko-jana -kuviona (boxplot).

Tammoista pitkää uraa tekee harvempi hevonen kuin oriista ja ruunista. Myös oriit tekevät useimmin pidemmän uran kuin ruunat (Kuva 12 ja 13).



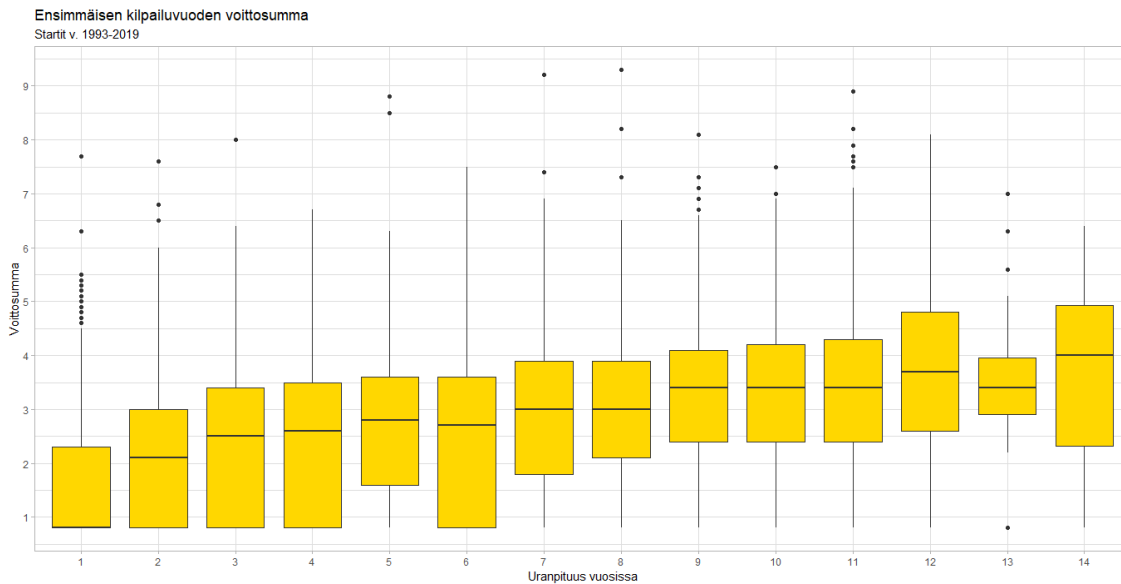
Kuva 12. Uranpituus sukupuolittain esitettynä viulukuvaaajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.



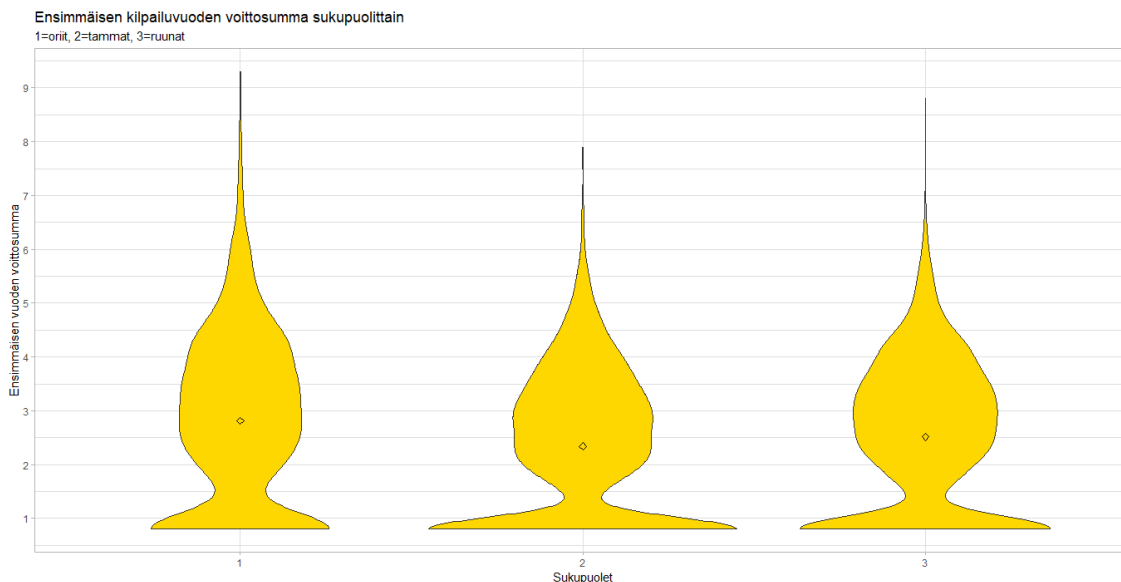
Kuva 13. Ikä viimeisessä startissa sukupuolittain esitettynä viulukuvaaajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

4.2.3 Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma

Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman mediaani on nousevan suuntainen suhteessa uranpituuteen (Kuva 14). Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma oreilla on hieman korkeampi kuin tammoilla ja ruunilla (Kuva 15).



Kuva 14. Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma uranpituuden suhteen laatikko-jana -kuviona (boxplot).



Kuva 15. Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma sukupuolittain viulukuvaajalla. Timantin muotoinen piste kuvaa keskiarvoa.

4.3 Sukupuuaaineisto

Varianssikomponenttien analysoinnissa laajin sukupuuaineisto liittyi uranpituuteen, johon liittyen taulukossa 4 on esitetty hevosten lukumäärä syntymävuosittain. Hevosten määrän väheneminen näkyy myös tässä aineistossa (Taulukko 4).

Taulukko 4. Uranpituudessa käytetyn sukupuuaineiston syntymävuosijakauma.

Syntymävuosi	Hevosia
ennen vuotta 1980 syntyneet	5419
1980	270
1981	287
1982	294
1983	347
1984	352
1985	359
1986	328
1987	317
1988	287
1989	305
1990	1027
1991	1018
1992	886
1993	794
1994	665
1995	588
1996	696
1997	720
1998	732
1999	720
2000	678
2001	579
2002	492
2003	502
2004	488
Yhteensä	20073

Sukupuuaaineistossa oli 646 eri isää ja 4918 emää (Taulukot 5 ja 6). Mitä useampia kilpailleita jälkeläisiä hevoselle on, sitä luotettavampi on sen jalostusarvostelu.

Taulukko 5. Uranpituudessa käytetyn sukupuuaaineiston oriiden jälkeläismäärät.

Kilpailleita jälkeläisiä	Oriita
1–5	406
6–10	80
11–20	29
21–30	29
31–100	45
101–200	13
200–600	6

Taulukko 6. Uranpituudessa käytetyn sukupuuaaineiston tammojen jälkeläismäärät.

Kilpailleita jälkeläisiä	Tammoja
1	2490
2–5	2234
6–10	189
10–15	5

4.4 Tilastolliset menetelmät ja mallit

Varianssikomponentit laskettiin neljälle ominaisuudelle: voittosumma ja vuoden paras aika sekä uutena ominaisuutena kilpailu-uran pituus ja siihen liittyvänä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma. Starttiintuloindeksiä, aikaeroindeksiä ja hylkäysindeksiä ei käsitelty tässä tutkielmassa.

Tilastolliset mallit voittosummaindeksille ja vuoden paras aika-indeksille ovat samat kuin Suomen Hippos ry:n julkaisusta Ravihevosten jalostusarvostelu BLUP (2002) paitsi, että satunnaisotannasta johtuen vuosittaisia havaintoja hevosta kohti oli niin vähän, että virallisessa arvostelussa käytettyä hevosen kilpailuvuoteen liittyvää pysyvää ympäristötekijää ei huomioitu. Sen sijaan mallissa oli mukana hevosen koko uraan liittyvä pysyvä ympäristötekijä (mukana myös virallisessa jalostusarvostelussa).

Voittosummaindeksin mallina on yhtälö:

$$y_{ijkl} = sp_i + il_j + kv_k + a_l + pe_l + e_{ijkl} , \quad (3)$$

jossa

y_{ijkl} = vuosittainen voittosumma (neljäsjuurimuunnos)

sp_i = sukupuoli (1: oriit ja ruunat, 2: tammat)

il_j = ikäluokka (1–6 luokkaa, ks. kuva 2)

kv_k = kilpailuvuosi

a_l = jalostusarvo

pe_l = koko uraan liittyvä pysyvä ympäristötekijä

e_{ijkl} = jäännöstekijä

Vuoden paras aika-indeksin mallina on yhtälö:

$$y_{ijkl} = sp_i + il_j + kv_k + a_l + pe_l + e_{ijkl} , \quad (4)$$

jossa

y_{ijkl} = vuoden paras aika

sp_i = sukupuoli (1: oriit ja ruunat, 2: tammat)

il_j = ikäluokka (1–6 luokkaa, ks. kuva 2)

kv_k = kilpailuvuosi

a_l = jalostusarvo

pe_l = koko uraan liittyvä pysyvä ympäristötekijä

e_{ijkl} = jäännöstekijä

Uranpituuden malliyhtälönä laskelmassa käytettiin:

$$y_{ijklm} = sp_i + a_j + e_{ij} , \quad (5)$$

jossa

y_{ijkl} = uranpituus

sp_i = sukupuoli (1: oriit, 2: tammat, 3: ruunat)

a_j = jalostusarvo

e_{ij} = jäännöstekijä

Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman mallina on yhtälö:

$$y_{ijklm} = sp_i + ekv_j + ie_k + a_l + e_{ijkl} , \quad (6)$$

jossa

y_{ijkl} = voittosumma ensimmäisenä kilpailuvuonna

sp_i = sukupuoli (1: oriit, 2: tammat, 3: ruunat)

ekv_j = ensimmäinen kilpailuvuosi (vuodet 1993–2015, 23 luokkaa)

ie_k = ikä ensimmäisenä kilpailuvuonna (13 luokkaa, kaikki ikävuodet erikseen)

a_l = jalostusarvo

e_{ijkl} = jäännöstekijä

Jalostusarvot oletettiin olevan normaalisti jakautuneita keskiarvolla 0 ja jalostusarvojen väliset varianssit ja kovarianssit muotoa $\mathbf{A}\sigma_a^2$, missä \mathbf{A} on sukupuusta laskettu sukulaisuusmatriisi ja σ_a^2 on additiivinen geneettinen varianssi. Pysyvät ympäristötekijät ja jäännöstermit oletettiin normaalijakautuneiksi keskiarvolla 0 ja variansseilla $\mathbf{I}\sigma_{pe}^2$ ja $\mathbf{I}\sigma_e^2$, missä \mathbf{I} on diagonaalimatriisi ja σ_{pe}^2 ja σ_e^2 ovat pysyviä ympäristötekijöitä ja jäännöstekijää vastaavat varianssit.

Aineisto käsiteltiin ja kuvat piirrettiin RStudio-ohjelmalla, joka vaatii toimiakseen R-ohjelman (versio 1.2.1335 © 2009-2019 RStudio, Inc.; versio 3.6.1 © 2019 The R Foundation for Statistical Computing). Sukupuutiedosto käsiteltiin RelaX2-ohjelmalla (Stranden ja Vuori 2006). Varianssikomponenttien arviointiin käytettiin DMU-ohjelmaa (Madsen ja Jensen, version 6, release 5:2).

5 TULOKSET

5.1 Kiinteiden tekijöiden vaikutukset ominaisuuksiin

Systemaattisten tekijöiden ratkaisuna on esitetty varianssikomponenttien estimoinnin yhteydessä saadut estimaatit. Sukupuolen vaikutus ominaisuuksiin löytyy taulukosta 7 ja ikäluokan tai iän vaikutus taulukoista 8 ja 9. Taulukosta 10 nähdään kilpailuvuoden vaikutus ominaisuuksiin voittosumma ja vuoden paras aika. Taulukosta 11 nähdään kilpailuvuoden vaikutus ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaan.

Sukupuoli vaikutti kaikkiin tutkittuihin ominaisuuksiin niin, että oriit ja ruunat olivat ravikilpailuominaisuuksiltaan parempia kuin tammat (Taulukko 7). Oriiden ja ruunien voittosumma oli korkeampi kuin tammojen; ero sukupuolien välillä oriiden ja ruunien hyväksi oli $0,30 \pm 0,12$. Oriit ja ruunat olivat nopeampia kuin tammat ($-1,69 \pm 0,59$) sekä niiden uranpituus oli pidempi kuin tammojen (oriit $1,16 \pm 0,17$ ja ruunat $0,89 \pm 0,16$). Laskettaessa ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa, oriit ja ruunat oli vielä jaettu omikseen. Tästä nähdään vielä, että oriit ansaitsevat enemmän kuin ruunat (Taulukko 7).

Ikä vaikutti koko uran voittosummaan niin, että hevosen ollessa 5–7-vuotiaiden ikäluokassa, voittosumma oli korkeampi kuin muissa ikäluokissa (Taulukko 8). Vuoden parhaaseen aikaan ikäluokka vaikutti siten, että aika nopeutui eli pieneni hevosen vanhetessa (Taulukko 8). Näissä kahdessa mainitussa ominaisuudessa 8-vuotiaat ja sitä vanhemmat olivat kaikki samassa luokassa toisin kuin tutkittaessa ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa, jossa ikäluokat jatkuivat 3-vuotiaista vuosittain aina 15-vuotiaaksi saakka kilpailuoikeuden loppuun. Ensimmäisen vuoden voittosummaan ikä-tekijän estimaatteihin liittyi melko korkea keskivirhe (Taulukko 9), mutta iän vaikutus oli samansuuntainen kuin ensimmäisen kilpailuvuoden vaikutus koko kilpailu-uraan perustuvassa voittosumman analyysissä (Taulukko 8).

Taulukko 7. Sukupuolen vaikutus ominaisuuksiin (\pm SE). Vertailuluokkana on käytetty tammoja.

Sukupuoli	Voittosumma	Vuoden paras aika	Uranpituus	Voittosumma1 ^a
Oriit ja ruunat	0,30 \pm 0,12	-1,69 \pm 0,59		
Oriit			1,16 \pm 0,17	0,46 \pm 1,93
Ruunat			0,89 \pm 0,16	0,15 \pm 1,93

^a Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaTaulukko 8. Iän vaikutus (\pm SE) voittosummaan ja vuoden paras aikaan. Vertailuluokkana on käytetty 8-vuotiaiden ja sitä vanhempien hevosten ryhmää.

Ikäluokka	Voittosumma	Vuoden paras aika
3-vuotiaat	-0,37 \pm 0,05	12,98 \pm 0,16
4-vuotiaat	-0,20 \pm 0,02	7,94 \pm 0,07
5-vuotiaat	0,16 \pm 0,02	4,42 \pm 0,06
6-vuotiaat	0,19 \pm 0,02	2,49 \pm 0,05
7-vuotiaat	0,22 \pm 0,02	1,15 \pm 0,05

Taulukko 9. Iän vaikutus (\pm SE) ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaan. Vertailuluokkana on käytetty 15-vuotiaiden ryhmää.

Ikä ensimmäisenä kilpailuvuonna	Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma
3-vuotias	1,22 \pm 1,35
4-vuotias	1,12 \pm 1,35
5-vuotias	1,03 \pm 1,35
6-vuotias	0,91 \pm 1,35
7-vuotias	0,79 \pm 1,35
8-vuotias	0,74 \pm 1,35
9-vuotias	0,63 \pm 1,35
10-vuotias	0,62 \pm 1,36
11-vuotias	0,74 \pm 1,39
12-vuotias	0,34 \pm 1,43
13-vuotias	1,16 \pm 1,48
14-vuotias	1,74 \pm 1,89

Kilpailuvuodella vaikutuksessa havaittiin selkeä trendiä voittosumman suhteen (Taulukko 10). Kilpailuvuoden merkitys voittosummaan vuosituhannen alun vuosina 2000–2003 on ollut suurin. Kilpailuvuonna 2000 merkitys voittosummaan oli 0,87 \pm 0,05 ja siitä lähtien luku on laskenut ja ollut

pienimmillään kilpailuvuonna 2018 $-0,73 \pm 0,04$. Vuodella oli myös vaikutusta vuoden parhaaseen aikaan esim. vuoden paras aika oli vuonna 2000 kilpailleilla $-0,73$ parempi kuin vuonna 2010. Sen sijaan ensimmäisen vuoden voittosummaan kilpailuvuodella ei ollut yhtä selvää vaikutusta (Taulukko 11).

Taulukko 10. Kilpailuvuoden vaikutus ominaisuuksiin voittosumma ja vuoden paras aika.

Kilpailuvuosi	Voittosumma \pm SE	Vuoden paras aika \pm SE
2000	$0,87 \pm 0,05$	$-1,57 \pm 0,18$
2001	$0,82 \pm 0,05$	$-1,16 \pm 0,17$
2002	$0,84 \pm 0,05$	$-0,82 \pm 0,17$
2003	$0,70 \pm 0,05$	$-0,80 \pm 0,16$
2004	$0,58 \pm 0,04$	$-0,52 \pm 0,16$
2005	$0,63 \pm 0,04$	$-0,62 \pm 0,15$
2006	$0,60 \pm 0,04$	$-0,59 \pm 0,15$
2007	$0,60 \pm 0,04$	$-0,79 \pm 0,15$
2008	$0,50 \pm 0,04$	$-0,75 \pm 0,14$
2009	$0,45 \pm 0,04$	$-0,79 \pm 0,14$
2010	$0,30 \pm 0,04$	$-0,84 \pm 0,14$
2011	$0,18 \pm 0,04$	$-0,89 \pm 0,13$
2012	$0,08 \pm 0,04$	$-0,85 \pm 0,13$
2013	$0,04 \pm 0,04$	$-0,68 \pm 0,13$
2014	$-0,08 \pm 0,04$	$-0,65 \pm 0,12$
2015	$-0,23 \pm 0,04$	$-0,26 \pm 0,12$
2016	$-0,13 \pm 0,04$	$-0,46 \pm 0,11$
2017	$0,00 \pm 0,04$	$-0,20 \pm 0,11$
2018	$-0,73 \pm 0,04$	$0,13 \pm 0,11$
2019	$0,00 \pm 0,00$	$0,00 \pm 0,00$

Taulukko 11. Ensimmäisen kilpailuvuoden vaikutus (\pm SE) ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaan. Vertailuluokkana on käytetty vuotta 2015.

Ensimmäinen kilpailuvuosi	Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma
1993	-0,74 \pm 1,40
1994	-0,48 \pm 1,39
1995	-0,45 \pm 1,39
1996	-0,34 \pm 1,39
1997	-0,21 \pm 1,39
1998	-0,17 \pm 1,39
1999	-0,03 \pm 1,39
2000	-0,32 \pm 1,39
2001	-0,36 \pm 1,39
2002	-0,41 \pm 1,39
2003	-0,42 \pm 1,39
2004	-0,53 \pm 1,39
2005	-0,41 \pm 1,39
2006	-0,43 \pm 1,39
2007	-0,31 \pm 1,39
2008	-0,48 \pm 1,39
2009	-0,53 \pm 1,39
2010	-0,13 \pm 1,39
2011	-0,40 \pm 1,41
2012	-0,38 \pm 1,41
2013	-0,05 \pm 1,42
2014	-0,73 \pm 1,51

5.2 Periytymisasteet ja varianssikomponentit

Taulukossa 12 on esitetty ominaisuuksien varianssikomponentit, periytymisasteet sekä toistuvuuskerroin. Periytymisasteet olivat voittosummalle 0,26 (\pm 0,01) ja vuoden parhaalle ajalle 0,40 (\pm 0,02). Uranpituuden periytymisaste oli 0,09 (\pm 0,01). Ensimmäisen vuoden voittosumman periytymisaste oli sama kuin kaikkien kilpailuvuosien yli laskettu voittosumma eli 0,26 (\pm 0,04).

Taulukko 12. Raviominaisuuksien varianssikomponentit (σ_a^2 jalostusarvojen varianssi, σ_{pe}^2 pysyvien ympäristötekijöiden varianssi, σ_e^2 jäännösvarianssi), periytymisasteet ($h^2 \pm SE$) ja toistuvuuskertoimen ($r \pm SE$).

Ominaisuus	σ_a^2	σ_{pe}^2	σ_e^2	$h^2 \pm SE$	$r \pm SE$
Voittosumma	0,59	0,34	1,34	0,26±0,01	0,41±0,02
Vuoden paras aika	14,89	13,38	8,90	0,40±0,02	0,76±0,03
Uranpituus	0,75		7,30	0,09±0,01	
Voittosumma ^a	0,50		1,42	0,26±0,04	

^a Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma

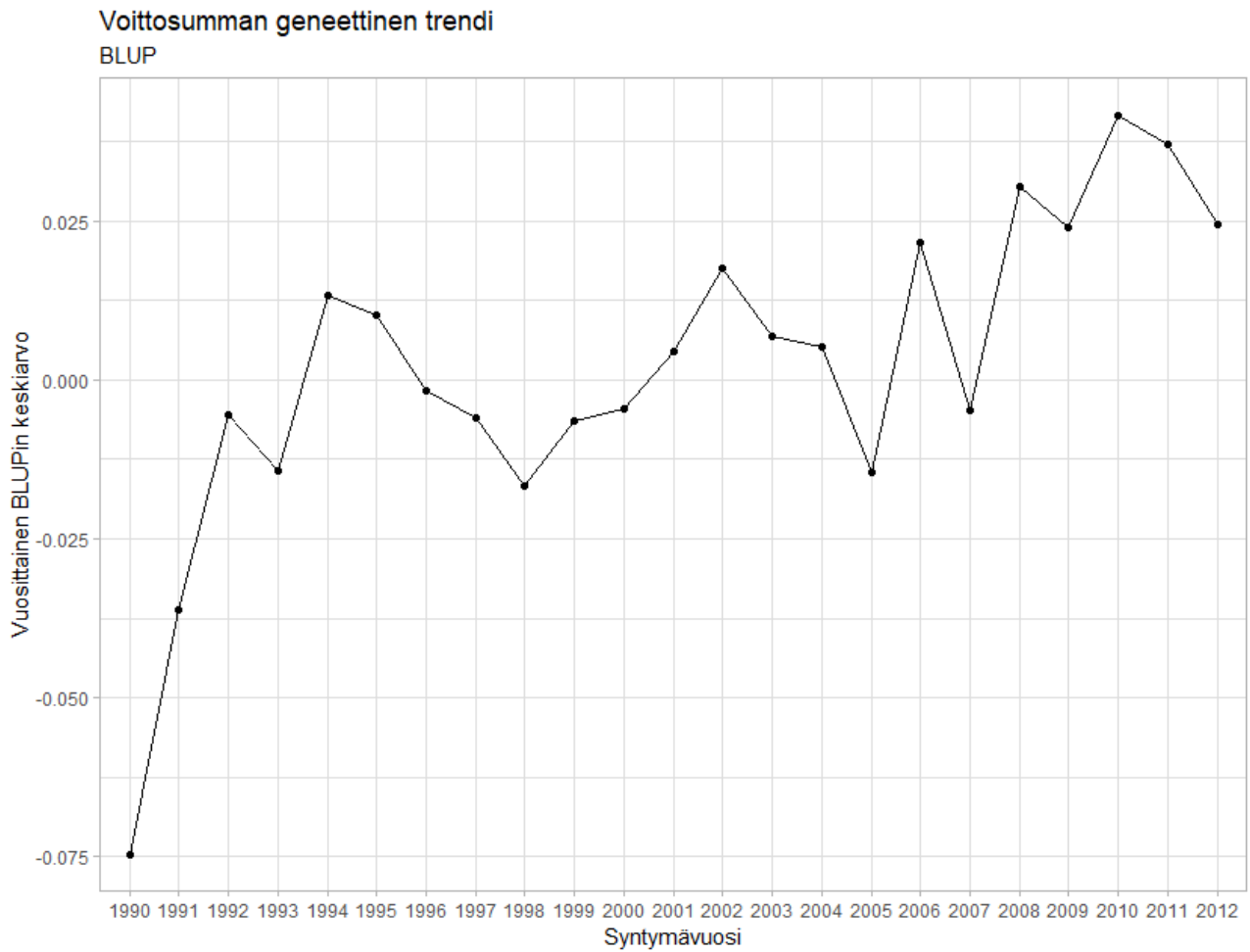
5.3 Geneettiset korrelaatiot

Suomenhevosen raviominaisuuksista kahden ominaisuuden mallilla estimoitii voittosumman ja vuoden parhaan ajan välinen geneettinen ja fenotyyppinen korrelaatio. Lisäksi kahden ominaisuuden mallilla estimoitii kilpailu-uran pituuden ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman välinen geneettinen ja fenotyyppinen korrelaatio.

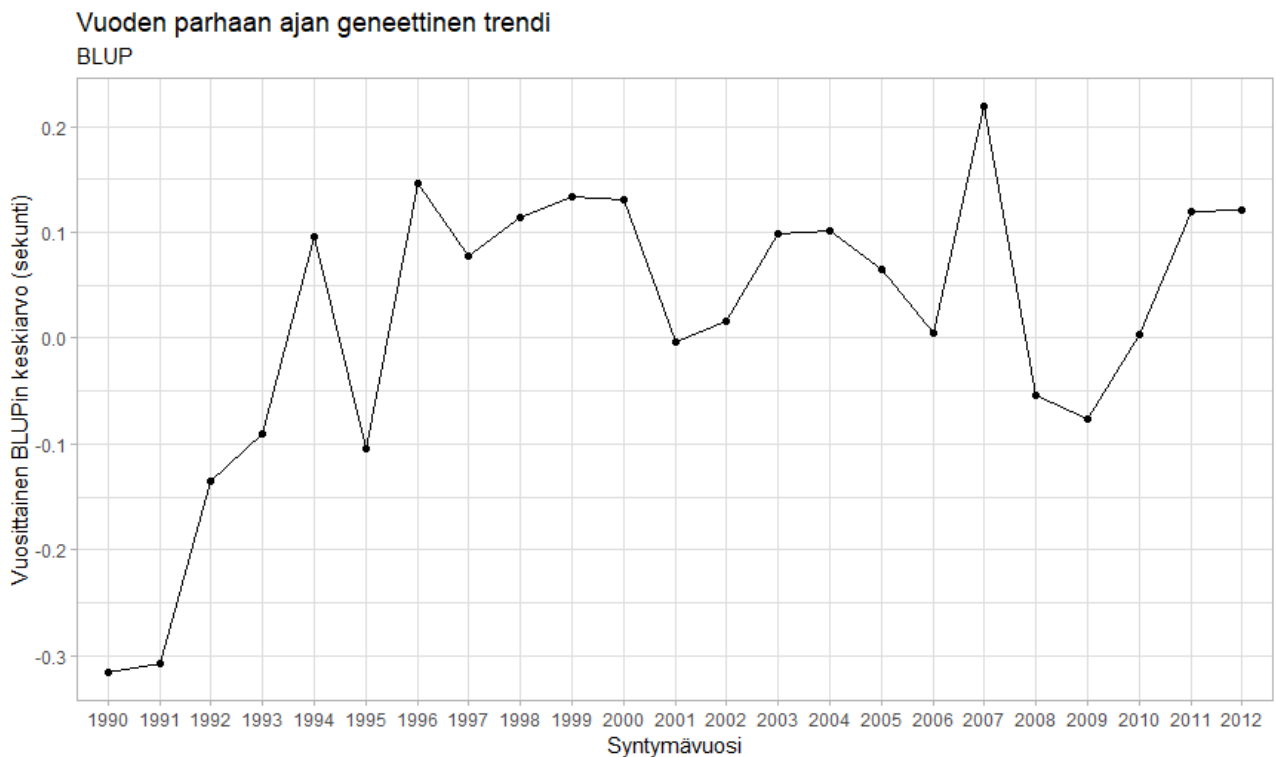
Voittosumman ja vuoden parhaan ajan välinen geneettinen korrelaatio oli luonnollisesti korkea eli -0,94 ($\pm 0,01$). Myös fenotyyppinen korrelaatio näiden ominaisuuksien välillä oli voimakas -0,86. Uranpituuden ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettinen korrelaation oli selkeästi voimakkaampi 0,65 ($\pm 0,08$) kuin fenotyyppinen korrelaatio 0,32.

5.4 Geneettinen trendi

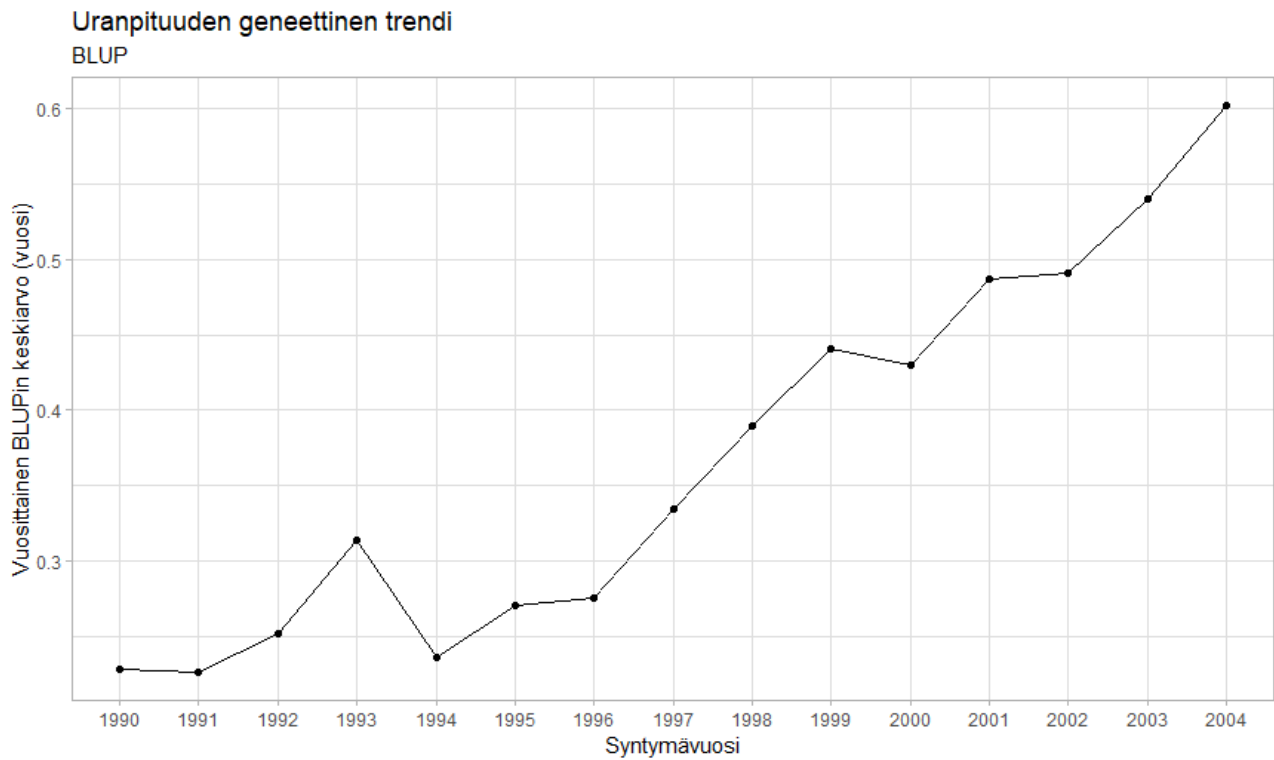
Geneettinen trendi arvioitiin BLUP-arvojen keskiarvona syntymävuoden mukaan. Geneettinen trendi on loivasti nousujohteinen niin voittosummalla (Kuva 16) kuin vuoden parhaalla ajalla (Kuva 17). Voittosumman geneettinen trendi on noussut 0,12 verran, kun tarkastellaan syntymävuosia 1990–2012. Näiltä vuosilta oli tämän tutkielman puitteissa riittävästi havaintoja trendin luomiseen. Vuoden parhaan ajan geneettinen trendi on noussut 0,44 sekunnin verran syntymävuosien 1990 ja 2012 välillä. Uranpituuden ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettiset trendit ovat myös nousevia (Kuva 18 ja 19). Tarkastelujaksolla, joka käsitti syntymävuodet 1990–2004, uranpituuden geneettinen trendi nousi 0,23:sta 0,60:n. Uranpituuden geneettisen trendin nousu on ollut siten noin 0,37 vuotta neljässätoista vuodessa. Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettinen trendi on noussut 0,60:sta 1,26:n.



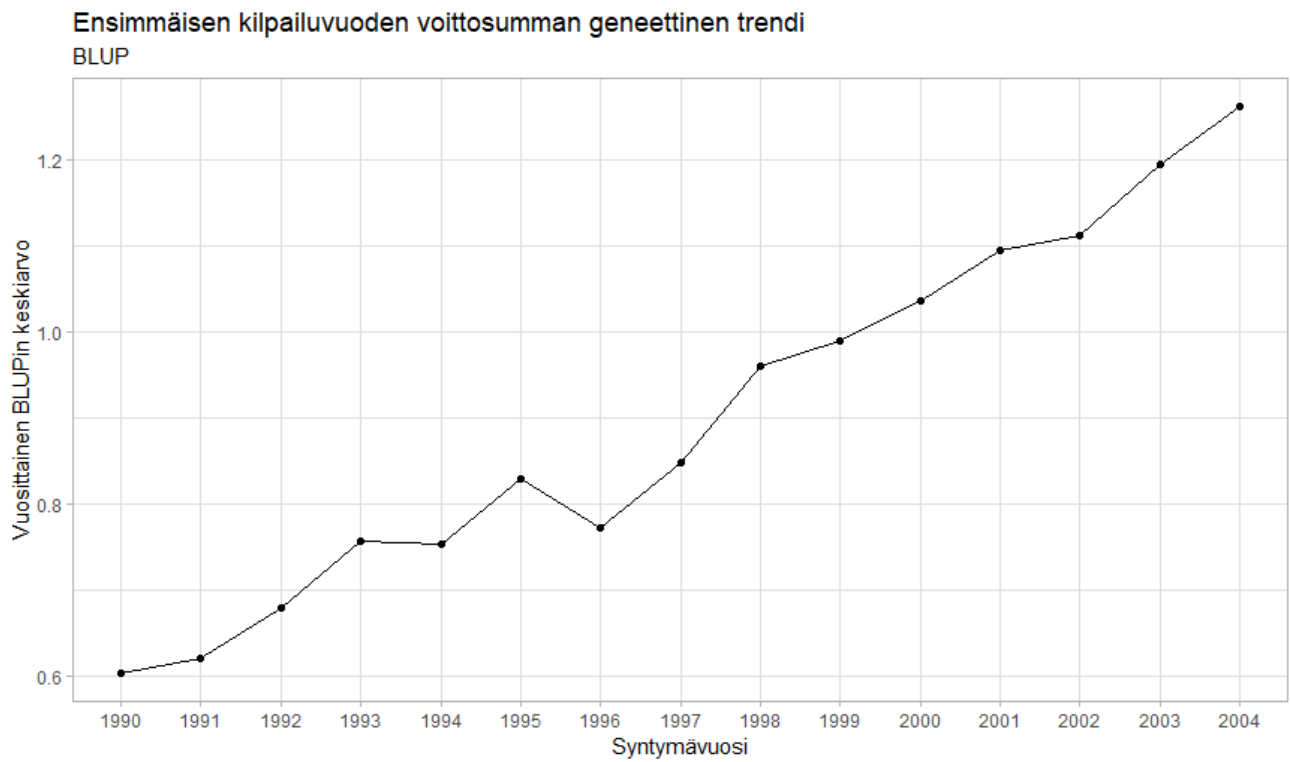
Kuva 16. Voittosumman geneettinen trendi.



Kuva 17. Vuoden parhaan ajan geneettinen trendi.



Kuva 18. Uranpituuden geneettinen trendi.



Kuva 19. Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettinen trendi.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Tavoitteena oli estimoida suomenhevosen ravikilpailuominaisuuksiin liittyviä perinnöllisiä tunnuslukuja. Tähän työhön valikoituivat ominaisuuksiksi voittosumma ja vuoden paras aika. Muista mahdollisista ominaisuuksista aikaeroindeksin, starttiintuloindeksin ja hylkäysindeksin päivittäminen ei kuulunut tämän tutkielman aihepiiriin. Uutena ominaisuutena tarkasteltiin kilpailu-uran pituutta ja siihen liittyvänä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosummaa.

Vuoden paras aika, joka kertoo parhaiten hevosen absoluuttisesta nopeudesta, periytyy voimakkaaimmin ($h^2=0,40$) nyt tutkituista ominaisuuksista. Voittosumma periytyi hieman heikommin ($h^2=0,26$). Nämä tulokset olivat samansuuruisluokkaisia edellisten tutkimusten kanssa (Pösö 1993, Salonen 2009). Uranpituuden periytymisaste oli matala ($h^2=0,09$). Mielenkiintoista oli kuitenkin se, että ensimmäisen vuoden voittosumma korreloi voimakkaasti uranpituuden kanssa. Geneettinen korrelaatio näille ominaisuuksille oli 0,65 ja fenotyyppinen korrelaatio 0,32. Tämä perusteella voisi siis arvioida kilpailu-uran pituutta ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman avulla.

Käytössä ollut Suomen Hippos ry:n aineisto oli valtavan laaja ja sitä rajattiin niin vuosien kuin satunnaisotannon kautta. Alkuperäisessä aineistossa oli mukana kilpailulähtöjen lisäksi koelähdöt ja se sisälsi myös hevosia, jotka eivät startanneet ikinä kilpailulähdöissä. Koelähdöt poistettiin laskenta-aineistosta.

Ravikilpailuominaisuuksien mittaaminen on tarkkaa ja luotettavaa. Voittosumman neljäsjuurimuunnos tekee tuloksien suoraan arvioimisen hieman työlääksi, mutta on ollut oleellinen normaali jakauman saamiseksi (Suomen Hippos ry 2002).

6.1 Kiinteiden tekijöiden vaikutusten tarkastelu

Kiinteitä tekijöitä käytetyissä malleissa olivat sukupuoli ja ikäluokka sekä kilpailuvuosi.

Kaikissa tutkituissa ominaisuuksissa oriit ja ruunat suorittivat paremmin kuin tammam. Samaan johtopäätökseen päätyivät myös Pösö ja Salonen pro gradu-tutkielmissaan (Pösö 1993 ja Salonen 2009). Suomenhevosoriiden ja ruunien on todettu olevan yliverkaisia tammoihin verrattuna ravikilpailuominaisuuksiltaan (Thuneberg-Selonen ym. 1999).

Ikäluokka oli kiinteänä tekijänä vuoden parhaassa ajassa ja voittosummassa. Ikä on ollut tilastollisesti merkittävässä roolissa myös aiemmissa tutkimuksissa (Pösö 1993, Salonen 2009). Vuoden parhaassa

ajassa oli selkeästi näkyvissä, että nopeus lisääntyy ikääntyessä ja 8-vuotiaiden ja sitä vanhempien ryhmä oli nopein. Samaan johtopäätökseen ovat päätyneet sekä Pösö että Salonen (Pösö 1993, Salonen 2009).

Voittosummassa taas 5-, 6- ja 7-vuotiskaudella hevoset kerryttivät isomman voittosumman vuodessa kuin 8-vuotiaana ja sitä vanhempana. 3- ja 4-vuotiskausina voittosumma oli pienempi kuin vanhempana. Samantapaista ilmiötä voittosumman kertymisessä oli havaittavissa vuonna 1999 tehdyssä tutkimuksessa, jossa tämän arveltiin johtuvan ikäluokkakilpailujen korkeammista palkinnoista (Thuneberg-Selonen ym. 1999).

Kilpailuvuoden merkitys kiinteänä tekijänä ei noudattanut selkeää kaavaa ominaisuudessa ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma. Voittosumman ja vuoden parhaan ajan suhteen kilpailuvuodella oli jonkin verran merkitystä. Voittosumma oli suurimmillaan 2000-luvun alkuvuosina. Vuoden parhaat ajat olivat nopeimpia samoina 2000-luvun ensimmäisinä vuosina.

6.2 Periytymisasteiden ja varianssikomponenttien tarkastelu

Tässä tutkielmassa voittosumman periytymisasteen estimaatti oli kohtalainen $0,26 \pm 0,01$ ja toistumiskerroin koko kilpailu-uraan nähden oli merkittävä $0,41 \pm 0,02$. Vuonna 2009 Salonen pro gradussaan arvioi periytymisasteen ja toistumiskertoimen seuraavasti: voittosumma $0,18 \pm 0,01$ ja toistumiskerroin 0,38. Vuoden 2002 Ravihevosten jalostusarvostelu BLUP-julkaisun mukainen periytymisaste oli voittosummalle 0,30 ja toistumiskerroin 0,45 (Suomen Hippos ry 2002). Tätä aiemmin vuonna 1993 Pösön arvioima perinnöllisyysaste kilpailujen lukumäärällä korjatulle voittosummalle oli $0,28 \pm 0,04$. Korjaamattoman voittosumman periytymisaste oli 0,17 ja toistumiskerroin 0,41 (Pösö 1993). Periytymisasteen estimaatit vaihtelivat näissä esitellyissä estimoinneissa 0,17 ja 0,30 välillä ja tämän tutkielman estimaatti sijoittuu tähän lukuväliin ($0,26 \pm 0,01$). Toistumiskerroin voittosummalle oli kaikissa esitellyissä tuloksissa hyvin saman suuntainen ollen 0,38-0,45 ja tämän tutkielman estimaatti sijoittuu myös tähän lukuväliin ($0,41 \pm 0,02$).

Voittosumman periytymisaste kilpailua kohti on estimoitu matalaksi (0,05), mutta kyseisessä tutkimuksessa esitettiin, että olisi mahdollisesti hyödyllisempää arvioida voittosumman periytymisaste koko vuoden voittosummaan nähden (Thuneberg-Selonen ym. 1999). Tätä koko vuoden voittosummaa onkin sittemmin käytetty voittosumman varianssikomponenttien estimoinneissa.

Vuoden parhaan ajan periytymisasteen arvio oli kohtalainen $0,40 \pm 0,02$. Toistumiskerroin oli korkea $0,76 \pm 0,03$. Vuoden 2002 Ravihevosten jalostusarvostelu BLUP-julkaisun periytymisaste oli vuoden parhaalle ajalle 0,35 ja toistumiskerroin 0,70 (Suomen Hippos ry 2002). Vuonna 2009 Salonen pro graduksaan arvioi periytymisasteen vuoden parhaalle ajalle $0,37 \pm 0,02$ ja toistumiskertoimen 0,75 (Salonen 2009). Pösö (1993) estimoi volttilähtö- ja autolähtöaikoja erikseen. Volttiajan periytymisaste arvioitiin 0,35 ja sen toistumiskerroin 0,75 ja vastaavat autoajalla olivat 0,30 ja 0,68 (Pösö 1993). Periytymisasteen estimaatit vaihtelivat näissä esitellyissä estimoinneissa 0,30 ja 0,37 välillä ja tämän tutkielman estimaatti ($0,40 \pm 0,02$) on näitä hieman korkeampi. Toistumiskerroin vuoden parhaalle ajalle oli esitellyissä tuloksissa kaikissa korkea ollen 0,68-0,75 ja tämän tutkielman estimaatti ($0,76 \pm 0,03$) on tässäkin hieman korkeampi.

Uranpituuden periytymisaste oli suhteellisen matala $0,09 \pm 0,01$. Vuonna 1993 arvioitu kilpailujen lukumäärän periytymisaste, jota voisi verrata tämän tutkielman uranpituuteen, oli kaikissa ikäluokissa alhainen ollen 0,01 ja 0,11 välillä (Pösö 1993). Keskiarvo uranpituudelle tässä tutkielmassa oli 4,6 vuotta. Aiemmassa Pösön (1993) pro gradu-tutkielmassa keskiarvo uranpituudelle oli 3,5 vuotta.

Ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman periytymisaste oli $0,26 \pm 0,04$. Tämä oli sama kuin koko uran voittosumman periytymisaste.

6.3 Geneettisten korrelaatioiden tarkastelu

Vuoden paras aika ja voittosumma korreloivat voimakkaasti ($-0,94$). Mitä parempi vuoden paras aika on, sitä suurempi todennäköisyys on sille, että voittosumma on myös melko korkea. Samaan arvioon on päätyntä myös Pösö vuonna 1993, jolloin oli vertailtu voltti- ja autoaika voittosummaan. Volttiajan ja voittosumman geneettinen korrelaatio oli $-0,99 \pm 0,01$ ja autoajan ja voittosumman geneettinen korrelaatio oli $-0,96 \pm 0,01$ (Pösö 1993). Fenotyypiset korrelaatiot (volttiaika ja voittosumma $-0,89$ ja autoaika ja voittosumma $-0,82$) olivat hieman pienempiä ja hyvin saman suuntaisia kuin tässä tutkielmassa saatu fenotyypinen korrelaatio vuoden parhaalle ajalle ja voittosummalle, joka oli $-0,86$ (Pösö 1993).

Kilpailu-uran pituuden periytymisaste oli matala, mutta sen ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettinen korrelaatio oli korkea ($0,65 \pm 0,08$). Tämän tutkielman tuloksissa oli

nähtävissä, että ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman mediaani oli korkeampi niillä hevosilla, jotka tekivät pisimmän uran, joka oli maksimissaan 14 vuotta (Kuva 14).

6.4 Geneettisen trendin tarkastelu

Tarkastelujaksolla voittosumman ja vuoden parhaan ajan geneettinen trendi eli jalostusarvojen muutos oli nouseva. Tarkastelujakso käsitti näiden ominaisuuksien kohdalla syntymävuodet 1990–2012. Perinnöllisellä muutoksella on ollut positiivinen suunta vuoden parhaan ajan ja voittosumman kohdalla ainakin jo vuodesta 1981 (Salonen 2009). Uranpituuden sekä ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman geneettinen trendi oli myös nouseva. Tarkastelujakso käsitti syntymävuodet 1990–2004. Suomenhevosen kokonaisindeksi on ollut myös nouseva vuosina 1970–1998 (Suomen Hippos ry 2002). Tänä aikana kokonaisindeksi on noussut alle 80:sta yli 100:n (Suomen Hippos ry 2002).

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Suomenhevosen ravikilpailuihin liittyviä havaintoja kerätään vuosittain suuri määrä ja luotettavaa tietoa on saatavilla jo vuosikymmenien ajalta. Jalostusvalintoja tehdessä indeksien käyttö on suotavaa ja niiden helppo saatavuus on tärkeä taata kaikille kasvattajille. Kokonaisindeksi kuvaa suomenhevosen raviominaisuuksia kattavasti. Geneettisen trendin nousu on jalostuksen tavoite ja jalostusvalinnat tähtäävät parempaan yksilöön kuin vanhempansa. Tämän tutkielman perusteella, suomenhevosen jalostustavoitteissa on edetty hyvin, vaikka populaatio on pienentynyt.

Kilpailu-uran menestykseen liittyvät tutkitut ominaisuudet - voittosumma ja vuoden paras aika - kuvaavat kilpahevosen haluttuja ominaisuuksia. Voittosumman estimoitu periytymisaste ($0,26 \pm 0,01$) ja vuoden parhaan ajan estimoitu periytymisaste ($0,40 \pm 0,02$) kertovat, että nämä ominaisuudet periytyvät kohtalaisesti. Nämä ominaisuudet kuvaavat myös enemmän tai vähemmän samaa asiaa, mikä nähdään korrelaatioiden ollessa itseisarvoltaan näiden ominaisuuksien välillä lähes 1.

Kilpailu-uran pituus kertoo pelkkien kilpailuvuosien lisäksi hevosen ja taustajoukkojen sitkeydestä. Mielekkyyttä lisää sen pärjääminen raveissa vähintään kohtalaisesti. Tämän tutkielman perusteella hyvin pärjäävien hevosten kanssa tehdään pidempi ura kuin heikommin voittosummaa kartuttavien, koska geneettinen korrelaatio uranpituuden ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman välillä oli

0,65±0,08. Itse uranpituuden periytymisaste estimoitiin olevan 0,09±0,01 ja ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumman 0,26±0,04.

Vaikka pitkä kilpailu-ura on tavoiteltava ominaisuus, olisi suomenhevosen jalostusstrategian kannalta hyvä pohtia, pitäisikö etenkin tammoja siirtää aiemmin siitokseen. Tämän tutkielman tuloksia voisi soveltaa käytännön suomenhevosjalostukseen siirtämällä jo nuorena 4–5-vuotiaina hyvin pärjääviä tammoja siitoskäyttöön, koska jo ensimmäisen kilpailuvuoden voittosumma on periytymisasteeltaan kohtalainen ja voimakkaasti yhteydessä hevosen kestävyYTEEN eli uran pituuteen. Sukupolvien välinen aika lyhentyisi siirtämällä nuorempia tammoja jalostukseen ja geneettinen edistyminen olisi näin nopeampaa. Aikainen siirtäminen siitokseen vaatii tietysti rahallista kannustusta, koska oletetut voittosummat myöhemmiltä kilpailuvuosilta jäävät saavuttamatta.

Käytettävissä ollut aineistoa käsitellessä, oli mielenkiintoista havaita, että iso joukko koelähdön suorittaneista suomenhevosista ei osallistunut kilpailulähtöihin. Mihin nämä hevoset jäivät ja miksi? Tämä voisi olla mielenkiintoinen selvityksen aihe tulevaisuudessa.

LÄHTEET

- Bartolomé, E., Menéndez-Buxadera, A., Molina, A., Valera, M. 2018. Plasticity effect of rider–horse interaction on genetic evaluations for Show jumping discipline in sport horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 135: 138-148.
- Bourdon, R. M. 2000. *Understanding Animal Breeding*. 2. painos. New Jersey, USA: Prentice-Hall, Upper Saddle River. 538 s.
- Gomez, M., D., Varona, L., Molina, A., Valera, A. 2011. Genetic evaluation of racing performance in trotter horses by competitive models. *Livestock Science* 140:155-160.
- Hill, E. W., Katz, L. M., MacHugh, D. E. 2013. *Genomics of Performance*. Teoksessa: Chowdhary, B. P. (toim.). 2013. *Equine Genomics*. John Wiley & Sons, Inc. s. 265-283.
- Ojala, M., Hellman, T. 1987. Effects of Year, Sex, Age and Breed on Annually Summarized Race Records for Trotters in Finland. *Acta Agriculturae Scandinavica* 37: 463-468.
- Pösö, J. 1993. Ravikilpailumenestystä kuvaavien mittojen periytyvyys ja niiden väliset yhteydet kilpailu-uran eri vaiheissa. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 3.
- Saastamoinen, M. 1991. Ravihevosen kasvuun, kehitykseen ja kilpailutuloksiin vaikuttavat tekijät. Kotieläinjalostuksen tiedote No 92. Helsingin Yliopisto Kotieläinten jalostustieteen laitos. Licensiaattityö. 32 s.
- Salonen, H. 2009. Suomenhevosen kilpailemisen aloitusiän yhteys ravikilpailumenestykseen. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 102. Pro gradu-työ. 43 s.
- Sukuposti 2020. www.sukuposti.net Sukuposti. Viitattu 24.4.2020.

Suomen Hippos ry 2021. Hevosten ravitilastot.

<https://heppa.hippos.fi/heppa/statistics/RacingStatisticsHorse.html>. Viitattu 16.1.2021.

Suomen Hippos ry 2002. Ravihevosten jalostusarvostelu BLUP. Julkaistu 2002.

Suomen Hippos ry 2011. Ravikilpailusäännöt ja poniravikilpailusäännöt.

http://www.hippos.fi/files/153/ravikilpailusaannot_110101.pdf. Julkaistu 2011 alkaen. Viitattu 7.6.2020.

Suomen Hippos ry 2020. Suomenhevonen.

https://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/yleista_jalostuksesta/kantakirjarodut/suomenhevon_en. Viitattu 24.4.2020.

Suomen Hippos ry 2016. Suomenhevosen jalostusohjesääntö.

https://www.hippos.fi/files/14426/Suomenhevosen_jalostusohjesaanto_runko_HYVAKSYTTY.pdf. Julkaistu 2016. Viitattu 24.1.2021.

Suomen Hippos ry 2018. Suomenhevosen kantakirjaan merkitseminen, jalostusarvostelu ja siitokseenkäyttö.

https://www.hippos.fi/files/17484/Jalostusarvostelu_ja_palkitseminen2019_paivitetty.pdf.

Julkaistu 2018. Viitattu 24.1.2021.

Suomen Hippos ry 2017. Syntyneet varsat lukuina.

https://www.hippos.fi/files/4807/Syntyneet_varsat.pdf. Julkaistu 2017. Viitattu 24.4.2020.

Suontama, M. 1999. Suomenhevosten rakenneominaisuuksien perinnölliset tunnusluvut ja yhteydet ravikilpailutuloksiin. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 41. Pro gradu-työ. 48 s.

Suontama, M. 2012. Genetic analysis of foal and studbook traits in selection for racing performance in trotters. University of Helsinki. Doctoral thesis. 42 s.

Thuneberg-Selonen, T., Pösö, J., Mäntysaari, E., Ojala, M. 1999. Use of individual race results in the estimation of genetic parameters of trotting performance for Finnhorse and standardbred trotters. *Agricultural and food science in Finland* 8: 353-363.

LIITE 1: 1965-2019 SYNTYNEET SUOMENHEVOSET

Suomen Hippoksen Jalostustaulukkoon on kerätty vuoteen 2016 asti syntyneet suomenhevoset ja tietojen kokoamiseen vuoteen 2019 saakka on käytetty Sukuposti-nettipalvelua. Vuosina 2015–2016 syntyneitä suomenhevosvarsoja oli 1934 kpl (Suomen Hippos 2017). Sukuposti-nettipalvelusta haettuna suomenhevosta syntyi vuonna 2017 1075 kpl, vuonna 2018 1094 kpl ja vuonna 2019 1033 kpl (Sukuposti 2020). Yhteensä näistä saatiin, että vuosina 2015–2019 syntyi 5136 suomenhevosta.

Taulukko 1. Vuosina 1965–2019 syntyneiden suomenhevosvarsojen määrä (Suomen Hippos ry 2017, Sukuposti 2020).

Vuosi	syntyneitä suomenhevosta	syntyvyydenmuutos edelliseen 5-vuotiskauteen %
1965–1969	10 688	
1970–1974	4 505	-57,8
1975–1979	5 831	29,4
1980–1984	6 194	6,2
1985–1989	7 308	18,0
1990–1994	8 027	9,8
1995–1999	7 518	-6,3
2000–2004	6 573	-12,6
2005–2009	6 774	3,1
2010–2014	6 193	-8,6
2015–2019	5 136	-17,1